



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Evaluación de la contaminación del aire generado por la inadecuada  
disposición final de los residuos sólidos en el botadero municipal  
de la ciudad de Moyobamba, 2017**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

**Segundo Junior Mendoza Fernández**

**ASESOR:**

**Lic. M. Sc. Ronald Julca Urquiza**

**Código N°6055317**

**Moyobamba – Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Evaluación de la contaminación del aire generado por la inadecuada  
disposición final de los residuos sólidos en el botadero municipal  
de la ciudad de Moyobamba, 2017**

**AUTOR:**

**Segundo Junior Mendoza Fernández**

**Sustentada y aprobada el 27 de noviembre del 2018, ante el honorable jurado:**

**Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia**

**Presidente**

**Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna**

**Secretario**

**Ing. M. Sc. Mirtha Felícita Valverde Vera**

**Miembro**

**Ing. Alfonso Rojas Bardález**

**Asesor**

## **Declaratoria de Autenticidad**

**Segundo Junior Mendoza Fernández**, con DNI N° 76468657, egresado de la Facultad de Ecología, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Evaluación de la contaminación del aire generado por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos en el botadero municipal de la ciudad de Moyobamba**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiénome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 27 de noviembre del 2018.



.....  
**Bach. Segundo Junior Mendoza Fernández**

DNI N° 76468657



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: MENDOZA FERNÁNDEZ SEGUNDO JUNIOR	
Código de alumno : 125140	Teléfono: 945700690
Correo electrónico : junior19942409@gmail.com	DNI: 76468657

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: Ecología
Escuela Profesional de: INGENIERÍA AMBIENTAL

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título: Evaluación de la contaminación del aire generado por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos en el botadero municipal de la ciudad de Moyobamba
Año de publicación: 2018

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.

Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

02 / 05 / 2019



Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

A Dios todo poderoso, al recuerdo inmemorable de mi madre Fredesvinda Fernández Bustamante. A mis hermanos Maribel, Charley, y Richar, por su ayuda incondicional y por todo lo que hicieron cada uno por mí, para obtener la dicha de lograr una etapa más en mi vida.

**Segundo Junior.**

## **Agradecimiento**

A todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo, muchas gracias por su apoyo y enseñanza:

A mi familia, por haberme apoyado y tenido paciencia durante todo el tiempo que duró la realización de esta investigación.

A mi Asesor, el Ing. Alfonso Rojas Bardález, por su profesionalismo, experiencia y sus sabias enseñanzas.

A mi Co-asesor, el Ing. Alpino Mendoza García, por su apoyo incondicional durante toda la ejecución de esta investigación, y por sus conocimientos brindados de su vasta experiencia.

A la Universidad Nacional de San Martín, los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ecología, por brindarme la oportunidad de ser parte de la casa de estudios y adquirir conocimientos para mi vida profesional

Y a todas aquellas personas, que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo incondicional y formaron parte de este trayecto, quedarán siempre en mi recuerdo.

## Índice

Dedicatoria.....	viii
Agradecimiento.....	vii
Índice.....	viii
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras.....	xi
Resumen .....	xiii
Abstrac.....	xiv
Introducción.....	1

### CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación .....	3
1.1.1. Internacionales .....	3
1.1.2. Nacionales.....	4
1.1.3. Regionales.....	5
1.2. Bases teóricas .....	6
1.2.1. Botaderos de basura.....	6
1.2.2. Diferencia entre botadero y relleno sanitario.....	8
1.2.3. Contaminación del aire .....	8
1.2.4. Efectos de la contaminación del aire sobre el clima (efecto invernadero) .....	10
1.2.5. Efectos de la contaminación del aire a las plantas .....	11
1.2.6. Efectos de la contaminación ambiental sobre los materiales.....	11
1.2.7. Manejo de los gases y lixiviados en rellenos sanitarios .....	12
1.2.8. El metano (CH <sub>4</sub> ).....	13
1.2.9. El dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	16
1.2.10. El sulfuro de hidrogeno (H <sub>2</sub> S).....	16
1.2.11. Barlovento.....	18

### CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales.....	19
2.2. Métodos .....	20
2.3. Diseño de la investigación .....	20
2.4. Población y muestra .....	20

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
2.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	21
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1. Resultados.....	23
3.1.1. Concentración de gases presentes en el aire en el botadero municipal de la ciudad de Moyobamba. ....	23
3.1.2. Análisis de los niveles de concentración encontrados en el botadero municipal con relación a los estándares de calidad ambiental. ....	26
3.1.3. Propuesta “Estrategia de minimización de gases. ....	35
3.2. Discusiones .....	35
CONCLUSIONES .....	37
RECOMENDACIONES .....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39
ANEXOS .....	43



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Opciones de acción correctiva para controlar la migración de gases .....	12
<b>Tabla 2.</b> Propiedades del dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	16
<b>Tabla 3.</b> Propiedades físicas del sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S).....	17
<b>Tabla 4.</b> Resultados de promedio general para cada gas (barlovento).....	31
<b>Tabla 5.</b> Resultados de promedio general para cada gas (Sotavento).....	32
<b>Tabla 6.</b> Resultados comparativos con los estándares de calidad ambiental para aire. ....	32
<b>Tabla 7.</b> Factores Climáticos en los días de la toma de muestras. ....	33

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Variación mensual de la concentración de SO <sub>2</sub> en el punto de muestreo 1 (Barlovento) por periodo de muestreo. ....	23
<b>Figura 2.</b> Variación mensual de la concentración de SO <sub>2</sub> en el punto de muestreo 2 (sotavento) por periodo de muestreo.....	24
<b>Figura 3.</b> Variación mensual de la concentración de CH <sub>4</sub> en el punto de muestreo 1 (barlovento) por periodo de muestreo .....	24
<b>Figura 4.</b> Variación mensual de la concentración de CH <sub>4</sub> en el punto de muestreo 2 (sotavento) por periodo de muestreo.....	25
<b>Figura 5.</b> Variación mensual de la concentración de H <sub>2</sub> S en el punto de muestreo 1 (barlovento) por periodo de muestreo. ....	25
<b>Figura 6.</b> Variación mensual de la concentración de H <sub>2</sub> S en el punto de muestreo 2 (sotavento) por periodo de muestreo.....	26
<b>Figura 7.</b> Variación de la concentración por mes, SO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y H <sub>2</sub> S por periodo de muestreo 1 (barlovento), noviembre 2017. ....	26
<b>Figura 8.</b> Variación de la concentración por mes, SO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y H <sub>2</sub> S por periodo de muestreo 1 (barlovento), diciembre 2017.....	27
<b>Figura 9.</b> Variación de la concentración por mes, SO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y H <sub>2</sub> S por periodo de muestreo 1 (barlovento), enero 2018. ....	27
<b>Figura 10.</b> Concentración por mes, SO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y H <sub>2</sub> S por periodo de muestreo 1 (barlovento), febrero 2018.....	28
<b>Figura 11.</b> Variación de la concentración por mes, SO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y H <sub>2</sub> S por periodo de muestreo 2 (sotavento), noviembre 2017. ....	28
<b>Figura 12.</b> Variación de la concentración por mes, SO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y H <sub>2</sub> S por periodo de muestreo 2 (sotavento), diciembre 2017. ....	29
<b>Figura 13.</b> Variación de la concentración por mes, SO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y H <sub>2</sub> S por periodo de muestreo 2 (sotavento), enero 2018. ....	29
<b>Figura 14.</b> Variación de la concentración por mes, SO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y H <sub>2</sub> S por periodo de muestreo 2 (sotavento), febrero 2018.....	30
<b>Figura 15.</b> Variación de los datos promedio de la concentración de SO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y H <sub>2</sub> S. Periodo de muestreo 1 (barlovento).....	30
<b>Figura 16.</b> Variación de los datos promedio de la concentración de SO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y H <sub>2</sub> S. Periodo de muestreo 2 (sotavento).....	31

- Figura 17.** Explica el comportamiento de la  $T^{\circ}$  mínima, máxima media, mínima media, máxima real y mínima real correspondiente al mes de noviembre del año 2017 en la ciudad de Moyobamba, estos datos extraídos del AccuWeather, 2017, en la cual se observa que la  $T^{\circ}$  oscila entre  $14^{\circ}\text{C}$  y  $26^{\circ}\text{C}$ . ..... 33
- Figura 18.** Explica el comportamiento de la  $T^{\circ}$  mínima, máxima media, mínima media, máxima real y mínima real correspondiente al mes de diciembre del año 2017 en la ciudad de Moyobamba, estos datos extraídos del AccuWeather, 2017, en la cual se observa que la  $T^{\circ}$  oscila entre  $17^{\circ}\text{C}$  y  $29^{\circ}\text{C}$ . ..... 34
- Figura 19.** Explica el comportamiento de la  $T^{\circ}$  mínima, máxima media, mínima media, máxima real y mínima real correspondiente al mes de enero del año 2018 en la ciudad de Moyobamba, estos datos extraídos del AccuWeather, 2017, en la cual se observa que la  $T^{\circ}$  oscila entre  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $33^{\circ}\text{C}$ . ..... 34
- Figura 20.** Explica el comportamiento de la  $T^{\circ}$  mínima, máxima media, mínima media, máxima real y mínima real correspondiente al mes de febrero del año 2018 en la ciudad de Moyobamba, estos datos extraídos del AccuWeather, 2018, en la cual se observa que la  $T^{\circ}$  oscila entre  $18^{\circ}\text{C}$  y  $31^{\circ}\text{C}$ . ..... 34

## Resumen

La presente investigación busca evaluar el grado de contaminación del aire, que se genera por la disposición final de residuos sólidos en el botadero de la ciudad de Moyobamba. Pretendiendo de este modo proponer estrategias para minimizar la contaminación atmosférica en el ámbito del botadero. Las técnicas utilizadas para el desarrollo de la investigación ha sido realizar las visitas al botadero, para evaluar in situ los gases que se emiten a la atmósfera con el uso del tren de muestreo, la estadística descriptiva, para analizar los impactos ambientales generados a raíz de la inadecuada disposición final de residuos sólidos en el botadero. Además, se realizó las gráficas respectivas como el diagrama de barras, para lograr la interpretación de la evaluación realizada en el botadero municipal de Moyobamba. Además de haber utilizado el registro fotográfico y fichas técnicas. Los resultados que se obtuvieron son: la contaminación del aire que se genera por la disposición final de los residuos sólidos en el botadero de la ciudad de Moyobamba, mediante la medición de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$ , en dos puntos de monitoreo, encontrando como promedio general en el punto de Barlovento de  $3.45 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{SO}_2$ ;  $2.75 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{CH}_4$ , y  $5.03 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{H}_2\text{S}$  y en el Sotavento  $5.33 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{SO}_2$ ,  $27.25 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{CH}_4$ , y  $8.25 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{H}_2\text{S}$ . Así mismo, se ha podido constatar que, en los dos puntos de monitoreo efectuado, los valores establecidos encontrados para  $\text{SO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$  no superan el estándar establecido en el D.S N° 003-2017-MINAM (Estándares de calidad ambiental para aire).

Palabras clave: Botadero, gases, contaminación atmosférica, residuos sólidos, barlovento, sotavento.

## Abstract

This research seeks to evaluate the degree of air pollution, which is explained by the final disposal of solid waste in the dump of the city of Moyobamba. Pretending in this way to propose strategies to minimize air pollution in the area of the dump. The techniques used for the development of the research have been carried out the visits to the dump, to evaluate in situ the gases that are emitted into the atmosphere with the use of the sampling train, the descriptive statistics, for the analysis of the effects generated by the Root of The inadequate final disposal of solid waste in the dump. In addition, the respective graphs are shown as the bar diagram, to achieve the interpretation of the evaluation carried out in the municipal dump of Moyobamba. In addition to having used the photographic record and technical specifications. The results obtained are: air pollution that generates the final disposal of solid waste in the dump of the city of Moyobamba, through the management of gases SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and H<sub>2</sub>S, at two monitoring points, finding general average at the Windward point of 3.45 ug / m<sup>3</sup> for SO<sub>2</sub>; 2.75 ug / m<sup>3</sup> for CH<sub>4</sub>, and 5.03 ug / m<sup>3</sup> for H<sub>2</sub>S and in Leeward 5.33 ug / m<sup>3</sup> for SO<sub>2</sub>, 27.25 ug / m<sup>3</sup> for CH<sub>4</sub>, and 8.25 ug / m<sup>3</sup> for H<sub>2</sub>S. Likewise, it has been possible to verify that, in the two monitoring points carried out, the values established for SO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S do not exceed the standard established in D.S N ° 003-2017-MINAM (Environmental quality standards for air).

Keywords: Dump, gases, atmospheric pollution, solid waste, windward, leeward.



## **Introducción**

El Perú contempla constantemente diversos factores negativos que incurren en la contaminación y deterioro ambiental, tales como el arrojo de desperdicios en lugares inadecuados como: calles, ríos, cunetas, barrancos, riberas, laderas de cerros y espacios públicos. A pesar de que los gobiernos locales han creado lugares para la disposición final de los residuos sólidos (RR. SS.), tales como rellenos sanitarios y botaderos o vertederos, asimismo las implementaciones de todos estos lugares en muchos de los casos no llegan a cubrir con las expectativas de creación generando los focos infecciosos, los cuales suelen ser nocivos para la salud, bienestar de la población y calidad ambiental.

En los botaderos de basura o llamados también vertederos, se van a producir un sin fin de reacciones tanto físicas como químicas, debido a la presencia de materia orgánica e inorgánica.

El resultado de toda esta descomposición viene a ser muy nocivo y tóxico a la vez, ya que en muchos de los casos mayormente en zonas tropicales, estas descomposiciones son arrastrados por el agua de lluvia hacia distintos puntos de la superficie terrestre, contaminando el suelo y las aguas subterráneas, como también estos son emitidos a la atmósfera en forma de gases causando así la contaminación del aire.

Por lo general los vertederos en la mayoría de los casos generan la contaminación ambiental (agua, suelo y aire), y mucho más aún aquellos vertederos que son mal manejados, ya que todo esto conlleva a efectos altamente perjudiciales para la salud humana, la degradación del medio ambiente y la belleza paisajística. (Sánchez, 2007)

La ciudad de Moyobamba no es ajena a esta problemática ya que actualmente se ha visto influenciada exponencialmente en la generación de basura, lo que conlleva a que nuestro botadero municipal se encuentre saturado con dichos desechos y que a partir de ello los vectores infecciosos aumenten y encuentren espacios para propagarse y de este modo causar daños colaterales a personas, fauna y flora aledañas al lugar.

Además de ellos generan emisión de gases a la atmósfera que son arrastrados por masas de aire produciendo olores fétidos. El botadero de Moyobamba se encuentra ubicado a 5.1 km. en la carretera de Moyobamba a Yantaló, es un botadero a cielo abierto con 5 has para el



acopio de basura, sin embargo; es evidente el alto grado de emanación de gases contaminantes, hecho que los mismos moradores de los alrededores dan, por cierto, dicha contaminación es una amenaza constante para toda la población, ya que se puede acaecer en enfermedades de la piel.

Todo ello nos conlleva a realizar el siguiente planteamiento ¿Cuál es el grado de contaminación del aire generado por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos del botadero de la ciudad de Moyobamba?, por lo anteriormente mencionado, esta investigación tiene como objetivo general:

Evaluar el grado de contaminación del aire, que se genera por la disposición final de residuos sólidos en el botadero de la ciudad de Moyobamba.

Como objetivos específicos se tiene:

Determinar las concentraciones de contaminantes gaseosos (metano  $\text{CH}_4$ , sulfuro de hidrógeno  $\text{H}_2\text{S}$ , dióxido de azufre  $\text{SO}_2$ ), presentes en el aire, del botadero municipal de la ciudad de Moyobamba.

Analizar la concentración de contaminantes gaseosos presentes en el botadero y comparar con los estándares establecidos.

Proponer las estrategias para minimizar la contaminación atmosférica en el ámbito del botadero.

Durante el proceso de investigación se realizó ocho visitas durante cuatro meses al botadero municipal con el equipo de toma de muestra, el tren de muestreo, en cada visita se encontró mínimas dificultades, sobre todo asociadas al clima de la ciudad de Moyobamba, sin embargo, en cada visita se pudo recolectar los datos requeridos para obtener lo deseado.

En el informe la estructura se da mediante capítulos, en cada uno de ellos detalla lo necesario de manera clara y concisa, iniciando con el capítulo I de revisión bibliográfica, el capítulo II de materiales y métodos, y el capítulo III de resultados y discusión en donde se interpreta todo lo investigado a través de gráficos y tablas.

El tipo de investigación por ser descriptiva no hay hipótesis, ya que sólo se quiere saber cuál es el grado de contaminación del aire generado por la inadecuada disposición final de residuos sólidos en el botadero Municipal.

# **CAPÍTULO I**

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Antecedentes de la investigación**

#### **1.1.1. Internacionales**

Caraballo (2014), en su investigación denominada “Impactos sociales y ambientales generados por la operación del relleno sanitario de Tunja sobre el municipio de Oicata-Boyacá”, llega a las siguientes conclusiones: Teniendo en cuenta los análisis realizados en campo se ha determinado que el relleno sanitario emite contaminantes por encima de la norma establecida en general para el funcionamiento de los rellenos sanitarios y además según acción de tutela impuesta puede verificar que el relleno sanitario de Pirgua no cumple con la normativa legal vigente, y de igual forma se hace evidente que su licencia de funcionamiento esta únicamente hasta diciembre del año 2014, debido a que no da abasto para el recibimiento de los residuos sólidos de los 23 municipios que traen sus residuos a este relleno sanitario.

Además, según los análisis obtenidos y la verificación de información se analizó que el relleno sanitario no cumple con los parámetros ambientales, ya que el municipio de Oicata se ve afectado en su entorno tanto por olores, y la presencia de insectos y roedores que abundan alrededor de las viviendas cercanas a menos de un kilómetro del mismo.

Solíz (2015), en su investigación intitulada “Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador” afirma que en el Ecuador se producen semanalmente 58.829 toneladas de residuos sólidos, de las cuales únicamente el 20% se dispone en condiciones adecuadas; el porcentaje restante se distribuye entre vertederos a cielo abierto, botaderos controlados, ríos e incineradores. El 45,5% de municipios refiere la presencia de recicladores informales, y se estima que el porcentaje total de reciclaje (formal e informal) es del 14%. Tras el estudio se concluye que la problemática de los residuos sólidos en el Ecuador data de los años 1970-1980 con la agudización del fenómeno de urbanización creciente y “descampesinización” como uno de los procesos definitorios en la emergencia sanitaria en la que se encuentran las capitales cantonales del país (Guayaquil, Quito y Cuenca).

Méndez (2016), en su investigación “Contaminación atmosférica generada por la descomposición de residuos sólidos”, concluye que la generación de gases y contaminación atmosférica son consecuencias inevitables del manejo de residuos en rellenos sanitarios y vertederos de basura. Al disponer los residuos en el relleno sanitario o botadero de basura, se forman espacios vacíos entre ellos ocupados con oxígeno ( $O_2$ ), que inicia la descomposición aeróbica, o fase corta, de la materia orgánica biodegradable. En esta fase se forman dióxido de carbono (uno de los gases de efecto invernadero que causan daños tanto al ambiente como a la vida humana), agua y otros subproductos. Cuando el  $O_2$  en el relleno sanitario o botadero de basura se agota, se inicia la fase anaeróbica de la descomposición que es la fase más importante desde la perspectiva de formación de gases como el metano ( $CH_4$ ), uno de los principales gases del efecto invernadero, su efecto negativo sobre el calentamiento del planeta es 21 veces mayor que el del dióxido de carbono.

### **1.1.2. Nacionales**

Saavedra (2015), en su investigación denominada “Diagnóstico de la situación actual de la gestión de los residuos sólidos y líquidos del distrito de Santa Rosa, y propuesta de programa de educación ambiental. Enero - Julio 2014”, concluye que los valores de coliformes totales y termotolerantes en el botadero de residuos sólidos, registraron valores muy altos en los cinco puntos críticos (A, B, C, D y E), a lo largo del último trayecto del recorrido del dren 4000; siendo el punto A el más bajo con 4,00 E+05 y el más alto en el punto D con 3,38 E+06 para coliformes totales y en punto B el más bajo con 2.90 E+05 y el más alto el punto E con 5.53 E+05 para coliformes termotolerantes.

Rojas (2016), en su investigación denominada “Evaluación de la calidad físico química de las fuentes de agua vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos y sus efectos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani Puno. Determinó las siguientes conclusiones: las muestras de las fuentes de agua presentes en los alrededores del botadero de Cancharani, son contaminadas por los lixiviados procedentes de los residuos sólidos, ya que no concuerdan con los valores emanados de calidad de agua para la conservación de los ambientes acuáticos (D. S. 015- 2015-MINAM, categoría 4), debido a que el contenido de sólidos disueltos totales, las cifras de fósforo total, los valores de nitrógeno amoniacal, la DBO5 y la DQO, resultaron con valores superiores a los límites máximos permisibles.

Gárate (2017), es su trabajo de investigación denominado “Acopio de residuos sólidos y contaminación del medio ambiente en la Región Lima, 2016. Llegó a las siguientes conclusiones: Segunda; existe dependencia porcentual de la incidencia del acopio de residuos sólidos en la contaminación del medio ambiente en la región Lima, así mismo si aumenta las estrategias del acopio de residuos sólidos disminuye en un 22.4% la contaminación del medio ambiente en la región Lima, Tercera En la contaminación del medio ambiente en la región Lima el cual se muestra el reporte del mismo con 55.3% de área bajo la curva COR; implica existe incidencia del acopio de residuos sólidos en la contaminación del medio ambiente en la región Lima. Cuarta De los resultados, si aumenta la reducción de principales desechos contaminantes aumenta el acopio de residuos sólidos en un 131.25% en la región Lima el mismo el 51.7% el porcentaje la incidencia del acopio de residuos sólidos en la reducción de principales desechos contaminantes en la región Lima en el 2016.

### **1.1.3. Regionales**

Mundaca (2016), en su tesis “Impacto ambiental generado por el botadero municipal, Moyobamba”, concluye que los posibles problemas de salud que están causando la presencia del botadero Municipal de la ciudad de Moyobamba, son los problemas respiratorios (gripe, bronquios), infección a la piel, problemas gastrointestinales (diarrea, cólera, etc.) esto por la presencia que una serie de parásitos que trasladan por los vectores como el zancudo se existe la probabilidad que se incremente los casos del dengue.

Adrianzen, (2017), en su tesis “Evaluación de la precipitación y humedad de los residuos sólidos en el volumen de lixiviados generado en el botadero de Moyobamba, 2015” concluyó que la precipitación influye en la formación de lixiviados en un 65.13% del total y la humedad de los residuos tiene una influencia en 6.54% y con 28.33% el flujo de agua subterránea, se produjo un total de 139 856.919 m<sup>3</sup> de lixiviados, los suelos del botadero de Moyobamba se encuentran saturados, esto se debe a que en el balance hídrico general en el botadero se obtuvo que una variación de almacenamiento también llamado flujo de agua subterránea de 728.03 mm/m<sup>2</sup> de lixiviados.

Ramírez (2014), en su tesis denominada “Determinación de los niveles de contaminación del agua por la disposición final de residuos sólidos generados en la ciudad de Moyobamba”

concluyó que el agua de las diferentes fuentes superficiales no es apta para el consumo humano, esto por la presencia de coliformes fecales, turbidez, sólidos suspendidos, disueltos y totales, así como bajos valores de pH. Todas las fuentes de agua superficiales en el sector El Paraíso resultaron las más contaminadas a causa de los lixiviados provenientes del botadero municipal, donde los bajos niveles de pH y altas concentraciones de sólidos disueltos totales resultaron ser mayor limitante, con lo que se puede concluir que en el sector El Paraíso se tiene un índice de riesgo alto.

Municipalidad Provincial de Moyobamba (2018), se aprueba la resolución de alcaldía N° 524 – 2018-MPM/A, resuelve en su artículo primero; aprobar la certificación ambiental en la categoría I – Declaración de impacto ambiental (DIA), al proyecto denominado: **“Relleno sanitario, planta de tratamiento de residuos orgánicos y planta de separación de residuos orgánicos reciclables para la ciudades de Yantaló, Calzada, Soritor y Moyobamba, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín”**, correspondiente al proyecto **“Mejoramiento y ampliación de la gestión integral de residuos sólidos municipales de Moyobamba, provincia de Moyobamba – San Martín”**, con código SNIP N° 87398.

## 1.2. Bases teóricas

### 1.2.1. Botaderos de basura

Desde los años 70 se comenzaron a evidenciar los impactos adversos sobre la salud y el medio ambiente que producen los residuos sólidos municipales, si no se realiza un control adecuado. El relleno sanitario y la incineración de los residuos sólidos peligrosos se han implementado como solución a esta problemática en la mayoría de los países. La producción per cápita (kilogramo/habitante/día) aproximadamente es de 0.5 Kg. /hab./día, variando de 1 Kg. /hab./día en las grandes ciudades, y 0.2 Kg. /hab./día, en las poblaciones rurales. En su mayoría, son las empresas de aseo municipales las responsables de recolectar los residuos sólidos resultantes de las actividades domésticas, comerciales e industriales.

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios presentó un estudio en el 2002 sobre la disposición final de los residuos sólidos en los 1086 municipios, siendo las formas más frecuentes: la disposición en botaderos y quemas a cielo abierto (52%), el relleno

sanitario (30 %), y el uso de varias alternativas como relleno, compostaje, y/o incineración (Echeverri, 2003).

Los botaderos de basura es la praxis más antigua que los hombres han utilizado a lo largo de la historia para deshacerse de los residuos que ellos mismos producían en sus diferentes actividades a las que se dedicaban. Se llaman botaderos a los sitios donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni trabajo alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos. En ellos se observa la presencia de perros, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores. La segregación de subproductos de basura promueve la proliferación de negocios relacionados con la reventa de materiales y el comercio ilegal.

En la actualidad, el hecho de que los municipios abandonen sus basuras en botaderos a cielo abierto, es considerado una práctica irresponsable para con las generaciones presentes y futuras, así como opuesta al desarrollo sostenible (Jaramillo, 2002).

Un botadero puede contaminar las aguas superficiales y subterráneas, el suelo y el aire; además, genera olores y es foco de proliferación de insectos y roedores que transmiten enfermedades. Además, los botaderos no están permitidos por la ley (CONAM, CEPIS, OPS, 2004).

Para mitigar la contaminación, resulta imprescindible conocer los procesos de descomposición y lixiviación que conllevan a la generación de biogás y lixiviado, así como tomar en consideración las posibles consecuencias de una disposición no adecuada. Por otro lado, la disposición de residuos en sitios que no cuentan con un subsuelo impermeable u obras de ingeniería para evitar el flujo de contaminantes hacia el manto acuífero puede incidir en la contaminación del suelo y del manto freático, lo que se traduce en un riesgo de afectación al ecosistema, recursos naturales y finalmente, por vía indirecta, a la salud humana. Otro riesgo del manejo inadecuado es la posibilidad de incendios, así como la



contaminación del aire con humo, ceniza y gases tóxicos, entre otros. La descomposición de los residuos generación de líquidos y gases indeseables, lo cual significa un riesgo, a la salud pública dependiendo del contacto de la población con dichas emisiones. El alto porcentaje de materia orgánica entre los residuos favorece la proliferación de roedores e insectos e inclusive aves de carroña, asociados a la propagación de enfermedades y epidemias. Y, por último, se da un impacto estético negativo en el paisaje (Kiss y Aguilar, 2006).

### **1.2.2. Diferencia entre botadero y relleno sanitario**

Un botadero es el lugar donde se disponen los residuos sólidos sin ningún tipo de control; los residuos no se compactan ni cubren diariamente y eso produce olores desagradables, gases y líquidos contaminantes. Muchas veces en los botaderos existen recicladores y criadores de cerdos que ponen en riesgo la salud y contaminan el ambiente.

El relleno sanitario es una alternativa comprobada para la disposición final de los residuos sólidos. Los residuos sólidos se confinan en el menor volumen posible, se controla el tipo y la cantidad de residuos, hay ventilación para los gases, se evitan los olores no deseados y hay drenaje y tratamiento de los líquidos que se generan por la humedad de los residuos y por las lluvias (CONAM, CEPIS, OPS, 2004).

### **1.2.3. Contaminación del aire**

Hoy en día el problema de la contaminación ambiental figura entre las principales preocupaciones en la sociedad mundial debido a los efectos que este produce en la salud. Sin dudas los residuales peligrosos son una de las principales causas de contaminación ambiental. La vinculación de la salud humana y el sistema ambiental se presenta como una prioridad mundial por el carácter estratégico que significa para la sostenibilidad del desarrollo humano (Cadena, 2002).

Para llegar a tener conocimientos claros de la contaminación atmosférica es imprescindible realizar minuciosas revisiones para obtener definiciones, conceptos y datos concisos como: Según el Ministerio de Salud la contaminación atmosférica es la emisión al medio ambiente de materia, sustancia o energía por sobre los patrones establecidos; esta definición está

limitada a la existencia de una norma que regule la calidad del aire, las normas por ejemplo de calidad del aire están diseñadas por el impacto a la salud de las personas, sabiendo que las malas condiciones del aire afectan al ambiente en su conjunto: sistema abiótico como suelo y agua y el sistema biótico como seres humanos y vegetación. La contaminación atmosférica se ha definido como la acumulación en el aire de sustancias en concentraciones tales que provoquen daños reversibles o permanentes a seres vivos (Caselli, 1995).

La contaminación atmosférica es la presencia de compuestos gaseosos o partículas, formas de energía calor o vibraciones en cantidades tales, que producen efectos nocivos para la salud del hombre, de los animales, vegetales, los materiales o el clima. Los residuos sólidos son un problema a nivel mundial que se agrava con la irresponsabilidad que se tiene al no cambiar nuestros hábitos de consumo y de disposición final de nuestros residuos, que es el resultado de lo que a diario generamos en todas las actividades que realizamos ya sea en el trabajo, centro de estudio, hogar, centros recreativos, etc., (Gobierno regional del Cusco, 2012).

El problema sanitario por la mala disposición de residuos, incide en el riesgo epidemiológico que representa la acumulación y vertimiento incontrolado de excrementos, tienen como resultado de sus características de inflamabilidad (por su contenido pueden favorecer o causar fácilmente un incendio); proliferación de moscas, roedores, bacterias y microorganismos causantes de enfermedad (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2010).

Las fuentes de degradación de la calidad del aire incluyen el humo proveniente de la quema abierta, polvo de una inadecuada contención, recolección, descarga al aire libre y gases generados por la descomposición de desechos en un botadero abierto o relleno sanitario (Álvarez, 2005).

Los principales daños a la salud provocados por la mala disposición de los residuales sólidos, es debido fundamentalmente al aumento de los posibles criaderos de vectores que transmiten la malaria y el dengue (presencia de cascarones de cocos, latas, botellas y otros al aire libre). Según observación realizada referente al tema, los daños al medio ambiente están provocados por: la disposición no apropiada de residuos producidas por el vertimiento de

residuos sólidos a ríos y arroyos, lo cual están provocando la contaminación de los cursos superficiales y subterráneos de agua, además, de contaminar la población que habita en estos medios, otras especies y los ecosistemas. Los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiramos, tanto localmente como en los alrededores, a causa de las quemas y los humos, y del polvo que levanta el viento en los períodos secos (muy frecuentes en la capital por ser un país tropical); provoca que se transporte a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias, a esto le sumamos las molestias que dan los malos olores (Escalona, 2014).

La contaminación del aire es generada principalmente por la emanación de gases y olores, resultado de la descomposición, que al elevarse son trasladados por masas de aire. El manejo inapropiado de la disposición final de residuos sólidos en los vertederos de basura trae consigo la generación de gases, humos, y polvos que contribuyen a la contaminación del aire, como también genera distintas fuentes de proliferación de fauna nociva (cucarachas, ratas, moscas, mosquitos, etc.), lo cual es un peligro inminente para la salud y bienestar de la población. El problema es cada vez mayor ya que la generación de residuos per cápita aumenta progresivamente debido a que se ha ido adoptando hábitos de consumismo inadecuados, llegando a producir residuos en excesiva cantidad que superan el área dispuesta para tal fin. El aire atmosférico es la combinación de gases que a lo largo de los miles de millones de años ha evolucionado hasta llegar a la composición actual. Sus principales componentes son el nitrógeno, oxígeno entre otros (gases inertes o nobles). También encontramos otros componentes, aunque de manera variable, según el lugar y el tiempo, como el bióxido de carbono y el vapor de agua. Dependiendo del tipo de residuo y de las condiciones climáticas del lugar, se producen gases, entre los principales: dióxido de carbono, metano y nitrógeno (Paccha, 2011).

#### **1.2.4. Efectos de la contaminación del aire sobre el clima (efecto invernadero)**

Desde siempre o durante las últimas décadas se ha incrementado la gran preocupación por los posibles efectos que sobre el clima pudiese causar el aumento progresivo de los muchos contaminantes que día a día se emanan a la atmósfera por las diversas actividades antropogénicas que afecta a las ciudades en especial a las urbes y metrópolis latinoamericanas es, producto de la interacción entre condiciones atmosféricas y topográficas

adversas para la dilución de los contaminantes, y la existencia de altas tasas de emisión de estos últimos, provenientes tanto de fuentes fijas como móviles. Consecuentemente y dado que los factores geográficos son inalterables, sólo resta concentrar el esfuerzo en la reducción de las emisiones para controlar el problema de la contaminación atmosférica urbana (Llanque, 2003).

#### **1.2.5. Efectos de la contaminación del aire a las plantas**

Es muy difícil establecer valores límites de la contaminación atmosférica a partir de los cuales los efectos negativos se empiezan a manifestar, ya que estos dependen de la constitución de la planta y de la especie de que se trate, es decir, hay una especificidad de respuestas. Por otra parte, los efectos producidos por la contaminación atmosférica se pueden manifestar por la alteración de diversos mecanismos vitales de las plantas. Así, las funciones metabólicas y los tejidos vegetales se pueden ver afectados como consecuencia de la acción de gases como el anhídrido sulfuroso, el monóxido de carbono y los compuestos de flúor. Los daños causados se manifiestan en forma de necrosis foliar en áreas localizadas que presentan un color marrón-rojizo-blanco, de clorosis, adquiriendo el tejido una coloración verde pálida o amarilla, o por la aparición de manchas puntuales necróticas. Si la acción del contaminante es muy fuerte puede llegar a paralizar el crecimiento de la planta (Chicana y Chamaya, 2006).

#### **1.2.6. Efectos de la contaminación ambiental sobre los materiales**

Con el paso del tiempo se está tomando más en cuenta tanto por los costos económicos como también por los deterioros irremediables en objetos, equipos, infraestructura y monumentos de alto valor histórico artístico a lo que causa la contaminación atmosférica en materiales. Debido a los contaminantes atmosféricos sobre los materiales que se expresa a través de la sedimentación de partículas sobre la superficie de los mismos, estos van cambiando su apariencia externa, esto sucede también cuando hay reacciones químicas entre el contaminante y el material. Un alto contenido de dióxido de azufre produce la aceleración de la corrosión de los metales, como también un alto contenido de sulfuro de hidrógeno en el aire es altamente riesgoso, ya que este compuesto es altamente explosivo (Strauss, 2011).

### 1.2.7. Manejo de los gases y lixiviados en rellenos sanitarios

En la mayoría de los sitios donde se han enterrado o dispuesto residuos sólidos orgánicos en forma incontrolada, la cantidad de gas que se genera presenta problemas potenciales. A menudo, el gas sube a través de los residuos y se dispersa inocuamente en la atmósfera. Sin embargo, si nada impide el flujo del gas a la superficie, migrará hacia donde haya menor resistencia hasta llegar a la atmósfera. Las barreras físicas como los suelos y los sistemas de cobertura final de baja permeabilidad pueden conducir a la migración no deseada del gas, a menos que se proporcionen medidas específicas para consolar su emisión. Se requerirán acciones correctivas apropiadas donde haya concentraciones de gas que constituyan un riesgo de explosión potencial o cuando los olores de gas nocivo estén presentes. Estos pueden incluir medidas de control pasivas, como respiraderos o chimeneas y barreras, o medidas de control activas, como la ventilación forzada y los sistemas de tratamiento de gas. El manejo de gases se realiza en chimeneas (Ministerio de medio ambiente de Colombia, 2002).

**Tabla 1**

*Opciones de acción correctiva para controlar la migración de gases*

<b>Técnicas</b>	<b>Funciones/ descripción</b>	<b>Aplicaciones/restricciones</b>
Tuberías de ventilación	Proporciona una ruta para que el gas del relleno sanitario salga a la atmósfera o a la cabeza de la tubería de quema o recuperación.  Se usan tuberías perforadas verticales u horizontales en zanjas rellenas con grava.	Localizadas en o alrededor del perímetro del relleno sanitario o del botadero reconformado. El sistema activo es más efectivo que el pasivo para controlar la migración lateral. Se requiere control para asegurar la eficiencia del sistema
Zanjas de ventilación	Brindan una ruta de flujo para que el gas del relleno sanitario salga a la atmósfera o al sistema de colección de gas. Se usan zanjas angostas rellenas con grava. Deben combinarse con barreras impermeables en la pared externa de la zanja.	Localizadas alrededor del perímetro del botadero reconformado o del relleno sanitario. Puede tratarse de una ventilación libre o parte de un sistema de colección. Puede ser pasivo o activo; el activo es más efectivo. La profundidad debe ser 60 cm por debajo del nivel freático, de la capa de baja permeabilidad, o de la base del relleno sanitario o del botadero reconformado, la que fuera más superficial. Se requiere control para asegurar la eficacia.

Barreras impermeables	Previene la migración lateral del gas del relleno sanitario. Se usan revestimientos de membrana flexible, zanjas o arcilla.	Localizadas alrededor del perímetro del botadero reconfigurado o relleno sanitario. Requieren la misma profundidad que las zanjas de ventilación. Deben ser combinadas con sistemas de ventilación para ser efectivas. Requieren control.
Quema	Oxida los gases volátiles y olorosos a compuestos no olorosos. Se usan señales en los puntos de combustión controlados.	Aplicable a botaderos o rellenos sanitarios que generan niveles molestos de gases olorosos. Es necesario mantener señales. El metano debe estar presente en el gas para facilitar la combustión.

Fuente: Ministerio de medio ambiente de Colombia, 2002.

### 1.2.8. El metano (CH<sub>4</sub>)

El metano es el hidrocarburo más simple, su molécula está formada por un átomo de carbono (C), al que se encuentran unidos cuatro átomos de hidrógeno (H). A temperatura ambiente es un gas y se halla presente en la atmósfera. Las principales fuentes productoras de metano son: Los procesos de descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno (anaerobiosis), el proceso digestivo de los rumiantes (bovinos), la combustión (incendios) de biomasa en bosques tropicales y sabanas, entre otras. Sus propiedades físicas y químicas y su presencia en la atmósfera lo incluyen dentro del grupo de “gases de efecto invernadero”, ocupando el tercer lugar, detrás del dióxido de carbono y de los CFC, y contribuyendo en un 15 % al calentamiento global. Se ha observado, además, que el metano deteriora la capacidad autolimpiante de la atmósfera (Melendi, 2002).

El metano es el segundo mayor contribuyente al calentamiento global entre los gases de efecto invernadero, después del dióxido de carbono; el potencial de calentamiento global del metano (en un horizonte temporal de 100 años) es 21 veces mayor que el del dióxido de carbono. Sin embargo, debido a su tiempo de vida atmosférico más corto (de 12 años), se estima que las emisiones totales sólo deberán reducirse en aproximadamente el 8% de los niveles actuales para estabilizar las concentraciones de metano. Algunos autores han estudiado la influencia de diferentes factores ambientales, tales como el viento y la presión atmosférica en emisiones de biogás provenientes de rellenos sanitarios, y su dispersión en la atmósfera, reportando en algunos casos alta variabilidad espacial en las emisiones debido a las diferencias en la capacidad de producción de biogás, y la influencia de factores como



la composición de los residuos, el tipo de material de cobertura y la edad del residuo depositado en el relleno. Se han registrado evidencias de concentraciones elevadas de metano y otros tipos de contaminantes en zonas habitadas ubicadas a menos de 3 km de rellenos sanitarios, con un gradiente de concentración desde la fuente emisora objeto de estudio, que sugieren a estos sistemas de disposición como el origen de estos gases (Camargo y Vélez, 2009).

El principal componente de los gases emanados en los rellenos sanitarios es el metano, seguido por el dióxido de carbono. Típicamente, los gases que escapan de un relleno llevarán consigo otras sustancias químicas tóxicas como ser solventes, pesticidas u otros compuestos orgánicos volátiles, por lo general, clorados (Environmental Research Foundation, 1998). El gas metano tiende a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno pudiendo migrar a las áreas vecinas con el consiguiente peligro de explosión. Estos riesgos deben evaluarse y abordarse con planes de contingencia apropiados que consideren la construcción de un sistema de drenaje para liberar los gases a la atmósfera (Ullca, 2006).

La producción de metano se debe a la actuación de microorganismos como bacterias, que mediante procesos biológicos degradan los residuos, emitiendo éste y otros gases, y liberando otras sustancias químicas. Los gases producidos por la fermentación anaerobia de la materia orgánica de los residuos constituyen un problema difícil de resolver. Dependiendo de la cantidad de residuos que consideremos, la producción de gases puede ser importante y también larga (Colmenares y Santos, 2007).

#### **1.2.8.1. Aprovechamiento del gas metano (CH<sub>4</sub>)**

##### **Energía**

Utilización del biogás en lámparas de iluminación. Un gas en combustión, al pasar a través de un filamento le produce incandescencia y es éste el principio para la utilización del biogás en lámparas específicas, siendo su forma de empleo menos complicada que para el caso de motores de combustión. Para la operación de una lámpara de gas, es necesario una mezcla controlada de aire y biogás, con el fin de ajustar la iluminación a las necesidades y exigencias, ya sean de carácter doméstico o industrial. Una lámpara de gas, como algunas de gasolina, para producir iluminación utilizando una caperuza, preferiblemente impregnada

de algún material radiactivo el cual incrementa la intensidad lumínica por incandescencia. Una lámpara de gasolina o de gas de tipo comercial se puede adaptar a biogás haciendo una ampliación o sustitución de la tobera de descarga del gas a aproximadamente 1.5 mm de diámetro. La intensidad luminosa de una lámpara de biogás puede estar entre 100 a 200 candelas (bujías) (Hernández, 1996).

## **Ganadería**

Cuando se maneja el estiércol animal en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno), se genera metano. Se puede lograr una reducción del metano si se usan en sistemas de digestión anaeróbica que recojan y trasladen los gases generados por el estiércol a artefactos de combustión que producen energía, como motores generadores o calderas (Gunning y Kruger, 2007).

### **1.2.8.2. Efectos agudos en la salud**

El metano es un fuerte GEI y juega un papel importante en la determinación de la capacidad de oxidación de la troposfera. La carga atmosférica de metano a finales de la década de los 90's era de  $4800 \times 10^{12}$  gramos, más de dos veces la cantidad presente durante la era preindustrial. Esta duplicación en la carga atmosférica del metano ha contribuido en aproximadamente un 20% del forzamiento radiactivo directo debido a emisiones antropogénicas de GEI directos. El metano es removido de la atmósfera por reacción con radicales hidroxilos (OH) convirtiéndose finalmente en  $\text{CO}_2$ . La fuente más importante de metano es la descomposición de materia orgánica en sistemas biológicos son las actividades agrícolas relacionadas con: a) fermentación entérica como consecuencia del proceso digestivo de los herbívoros; b) descomposición en condiciones anaerobias (sin oxígeno) del estiércol generado por especies pecuarias; c) cultivos de arroz bajo riego y d) quemados de sabanas y residuos agrícolas. Disposición de residuos sólidos y el tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas e industriales (Benavides y León, 2007).

### **1.2.8.3. Efectos crónicos sobre la salud**

Los siguientes efectos crónicos (a largo plazo) sobre la salud pueden ocurrir algún tiempo después de la exposición al metano y pueden perdurar durante meses y años: Riesgo de cáncer y riesgos para la salud reproductiva (OMS, 2003).

### 1.2.9. El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

El dióxido de Azufre (VI) es un líquido oleoso, transparente e incoloro. No obstante, puede exhibir una leve opacidad y adquirir un color blanco opaco a marrón claro. En condiciones normales de manipulación, el SO<sub>3</sub> y los óleums tienen una presión de vapor elevada, los humos del SO<sub>3</sub> reaccionan con la humedad ambiente para producir nubes blancas y densas de niebla de ácido sulfúrico (Katz, 2011).

La generación de olores se presenta por descomposición anaerobia (reducción), el sulfato puede reducirse a sulfuro (S<sup>-2</sup>), que combinado con el hidrógeno del aire forma ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y produce entre otros el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). El SO<sub>2</sub> puede ocasionar obstrucción severa de las vías respiratorias, hiperreactividad bronquial, y tos (Gómez, 2008).

**Tabla 2**

*Propiedades del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)*

Propiedades	Valor
Masa molecular promedio	64,0588
Forma estable a temperatura ambiente	Gaseosa
Color	Incoloro
Densidad (a 0° y 1 bar)	2,26 g/cm <sup>3</sup>
Punto de fusión	-75,51 °C
Punto de ebullición	-10,06 °C
Temperatura crítica	132,19 °C
Presión crítica	78,7 bar

Fuente: Katz, 2011.

### 1.2.10. El sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S)

El sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) es un gas incoloro e inflamable. Tiene un peso molecular de 34,08 y su densidad de vapor es de 1,19, más pesado que el aire (d = 1.0). Su olor es característico a huevos podridos o como el olor desagradable de un desagüe bloqueado. El

H<sub>2</sub>S en el ambiente proviene de dos fuentes diferentes: fuentes orgánicas, incluyen bacterias y la descomposición de materias orgánicas tales como tanques sépticos liberado de alcantarillas o del agua de plantas de tratamiento; las fuentes inorgánicas son el gas natural, fabricación de rayón, papel y planta industriales de celulosa, depósitos de azufre, y gases volcánicos. (Gómez, 2016).

El sulfuro de hidrógeno es un gas incoloro, inflamable, con olor a huevo podrido, de sabor dulce y perceptible a concentraciones de 0.002 mg/l. Pero, en concentraciones mayores de 500 ppm afecta la capacidad de percepción del nervio olfativo y con ello impide su detección a través de este sentido, haciéndolo más peligroso (Design and engineering, 2014).

**Tabla 3**

*Propiedades físicas del sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S)*

<b>Propiedades físicas</b>	<b>Valor</b>
Peso Molecular	34.08 g/mol
Punto de fusión	-86 °C
Calor latente de fusión (1,013 bar, en el punto triple)	69.75 kJ/kg
Densidad del líquido (1.013 bar en el punto de ebullición)	914.9 kg/m <sup>3</sup>
Equivalente Líquido/Gas (1.013 bar y 15 °C (59 °F))	638 vol/vol
Punto de ebullición (1.013 bar)	-60.2 °C
Calor latente de vaporización (1.013 bar en el punto de ebullición)	547.58 kJ/kg
Presión de vapor (a 21 °C o 70 °F)	18.2 bar
Temperatura Crítica	100 °C
Densidad del Gas (1.013 bar y 15 °C (59 °F))	1.45g/m <sup>3</sup>

Fuente: Air liquid, 2004.

El Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S) es un gas inflamable, incoloro con un olor característico a huevos podridos. Se conoce comúnmente como ácido hidrosulfúrico o gas de alcantarilla. Es uno de los principales compuestos causantes de las molestias por malos olores. Por esto se han desarrollado diferentes procesos de desodoración que lo eliminan de la corriente contaminada, como por ejemplo los procesos de tratamiento de gas con aminas (Air liquide, 2004).

### **1.2.11. Barlovento**

Barlovento, proviene de la palabra “barloa” que alude a un cable de gran grosor que sostiene o retiene un buque en un muelle y “vento”, que viene de “viento”; fuentes manifiestan que el vocablo barloa deriva del francés “par lof” que equivale en nuestro idioma “para el viento”. La voz barlovento hace referencia a la dirección en la el viento viaja o es impulsado, o en otras palabra puede definirse como aquel sector de donde viene el viento refiriéndonos a un lugar determinado, barco, navío, edificio, ladera, montaña, etc . (Sánchez, 1990).

El importante diccionario de la lengua española expone barlovento como la parte de donde el viento proviene, en relación a un lugar o punto en específico. Cabe destacar que este es un término sumamente utilizado en contextos climatológicos, marítimos, geomorfológicos y hasta en la geografía física. Por otra parte, está el otro vocablo contrario a barlovento, y este es sotavento que alude a al sector que es protegido de la fuerza eólica, es decir que es el lado opuesto que recibe el viento (Campos y Castro, 1992).

### **1.2.12. Sotavento**

Sotavento proviene de raíces latinas, que se compone de “subtus” que quiere decir “debajo” y “ventus” que significa “viento”. De acuerdo con la real academia la palabra sotavento es utilizada en ámbitos marítimos para hacer referencia a la zona o parte opuesta donde proviene el viento referente de un lugar en particular. Entonces podemos decir que sotavento es un vocablo que alude al sector contrario a aquel de donde deriva el viento; por su parte el antónimo de sotavento, es barlovento que es aquella dirección en la que el viento se desplaza (Campos y Castro, 1992).

### **1.2.13. Tren de muestreo**

El tren de muestreo es un instrumento diseñado para el muestreo de gases ambientales por el método de la absorción química. El sistema consiste básicamente de una bomba de succión, un manómetro, un frasco dreschel, una solución captadora y mangueras de tygon que unen el sistema entre sí. El contaminante a muestrearse depende de la solución captadora o utilizada. El procedimiento es el siguiente: Previamente proveer al sistema con los reactivos necesarios. En el lugar de muestreo activar la bomba de succión durante un tiempo respectivo para cada contaminante a muestrear. Luego la muestra es llevada al laboratorio para el respectivo análisis químico (Díaz, 2010).

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. Materiales**

Libreta de apuntes: este material fue utilizado para registrar los días y las horas en que se realizaba cada muestreo.

Tableros para apuntes: este se utilizó como soporte para el registro de datos en la libreta de apuntes.

Calculadora científica: esta se utilizó para calcular el promedio general de los resultados obtenidos de cada gas, una vez acabado el periodo de muestreo; es decir en la etapa de gabinete.

Cámara fotográfica de celular: esta se utilizó para evidenciar las visitas al botadero municipal.

Mascarillas: esta se utilizó como parte de bioseguridad para las visitas al botadero al momento de recoger las muestras.

Zapatos de seguridad: estos se utilizaron con la finalidad de protección y prevención, cada vez que se realizaban las visitas a campo, para llevar a cabo el muestreo.

Wincha: esta se utilizó para la ubicación y delimitación de cada punto de muestreo con 100 metros de diámetro para cada uno, respectivamente.

Impermeable: este es un material de prevención que fue traslado a campo, en cada visita al botadero municipal.

Lentes: material de prevención que fue utilizado durante la recolección de muestras en campo (botadero municipal), se utilizó lentes de luna clara (transparentes) y los de luna oscura, a efecto del clima.

Guantes: material de prevención y protección que fueron utilizados durante la recolección de muestras en el botadero municipal.

## **2.2. Métodos**

Para la realización de esta investigación se llevó a cabo la etapa de campo, que consistió en la identificación del botadero municipal en donde se ubicaron los puntos de muestreo según la dirección del viento (barlovento y sotavento), al identificar los puntos, se utilizó el tren de muestreo, equipo utilizado para evaluar la concentración de los gases; se realizaron 24 observaciones en cada punto, en las cuales se midió tres tipos de gases, en cuanto a su concentración en dos puntos del botadero, ubicados a barlovento y sotavento, como también se delimitó el área de estudio para cada punto con 100 metros de diámetro.

La visita al botadero se realizó entre las 10 a.m. y las 2.30 p.m., ya que es en este período del día que la concentración de gases es aún mayor, debido a factores climáticos, como la radiación solar.

## **2.3. Diseño de la investigación**

El presente trabajo de investigación, por ser descriptivo no amerita diseño de investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Por lo tanto, se registrará mediante las siguientes estrategias:

Observación del botadero municipal.

Determinación de los puntos de muestreo: sotavento y barlovento.

Observación sistemática de emanación de gases del área de estudio.

## **2.4. Población y muestra**

### **2.4.1. Población:**

La población es de tres gases ( $N=3$ ) ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), que se emiten dentro de las 5 has., del botadero municipal de Moyobamba.

### **2.4.2. Muestra:**

La muestra está determinada por tres tipos de gases ( $n = 3$ ) ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), que se emiten dentro de 100 m. de diámetro en cada punto de muestreo (barlovento y sotavento).

## **2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

### **2.5.1. Técnicas:**

Observación sistemática y registro de datos.

Análisis de las muestras en laboratorio y comparación con los ECA's.

Estrategias de minimización

### **2.5.2. Instrumentos:**

Tren de Muestreo. (Ver anexo 3. Fotografía 1)

Ficha técnica. (Ver anexo 2).

## **2.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

### **2.6.1. Observación sistemática (in situ)**

Se realizaron las observaciones en campo (botadero municipal de Moyobamba), haciendo un total de 8 visitas al lugar; habiendo observado 16 veces la emisión de cada uno de los gases. Para la observación y toma de muestras se instaló el tren de muestreo por un periodo de 24 horas para recoger las muestras de los 3 gases en simultáneo, pero en un solo punto, es decir a barlovento y en el siguiente muestreo a sotavento por otras 24 horas seguidas, lo que era equivalente a dos días de trabajo en campo, se evaluó entonces los 3 gases (metano -  $\text{CH}_4$ , dióxido de azufre -  $\text{SO}_2$  y sulfuro de hidrógeno -  $\text{H}_2\text{S}$ ). El trabajo de campo se llevó a cabo, mensualmente dos veces. El tren de muestreo es un instrumento que se utiliza para la toma de muestras de gases presentes en el aire, la aplicación de este instrumento en campo, fue desarrollado de la siguiente manera:

Primero: se instaló un generador a 100 metros del punto de muestreo.

Segundo: en el día 1 de visita a campo, se instaló el tren de muestreo en el punto 1 (barlovento), que consistía en conectar todo el sistema de las mangueras tygon con el conducto de la bombilla de captación y los tubos intinger o burbujeador, la misma que realizaba el trabajo en simultáneo pero de manera independiente, atrapando los gases de



acuerdo a la solución captadora utilizada y los sobrantes (gases que no eran parte del estudio y para lo que se les aplicaba solución captadora) eran eliminados por medio de la bomba de succión de 65 l/m con la que hemos contado. El mismo procedimiento se hizo en el segundo día, para la toma de muestra en el punto 2 (sotavento).

Tercero: después de haber pasado las 24 horas procedemos a desinstalar el generador, luego se recoge las muestras del tren de muestreo en un envase debidamente rotulado, donde se especificaba el nombre del gas, la fecha y hora de recolección de la muestra.

### **2.6.2. Análisis químico de las muestras**

Posterior a la observación, las muestras se trasladaron al laboratorio KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L., para el análisis químico correspondiente de cada uno de estos gases. El monitoreo de los gases en cuestión se llevó cabo 2 veces mensualmente, por lo que las muestras eran llevadas al laboratorio mencionado con la misma frecuencia.

Habiendo obtenido resultados de las muestras, dichos datos fueron utilizados para el procesamiento, a través de tablas y figuras de barras que ayudarán al entendimiento del lector. Como parte del procesamiento de los datos se hizo el cálculo del promedio, con la información de todo el periodo de muestreo.

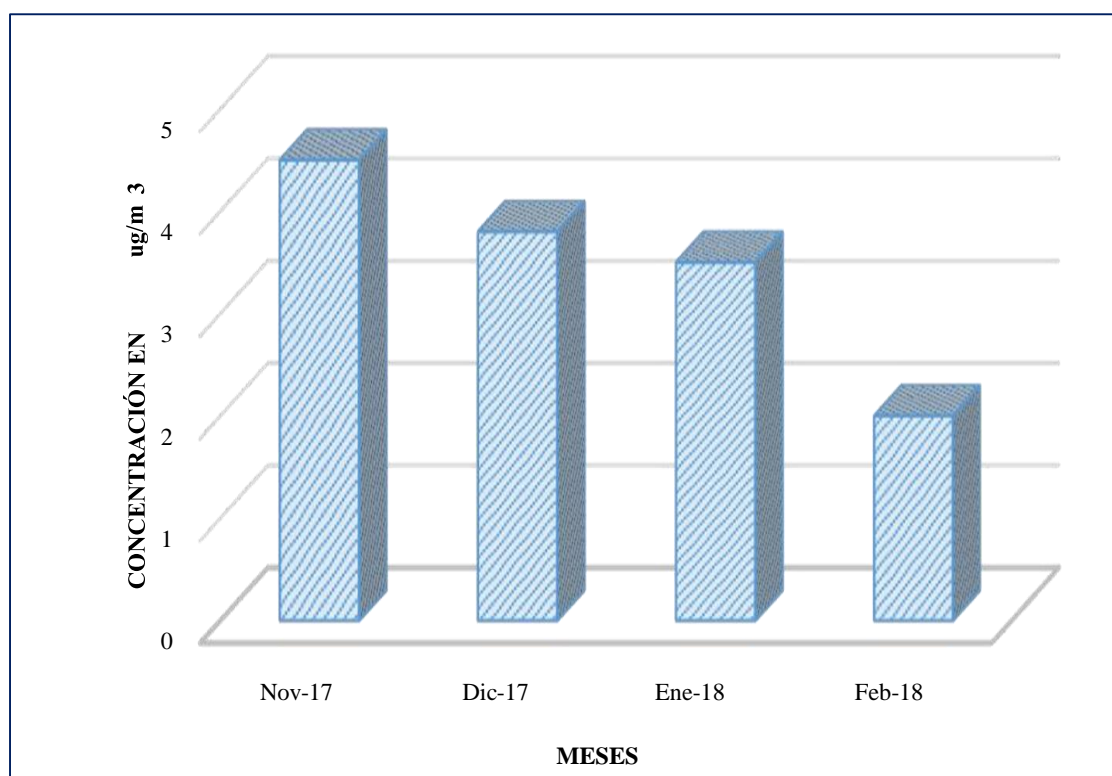
## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

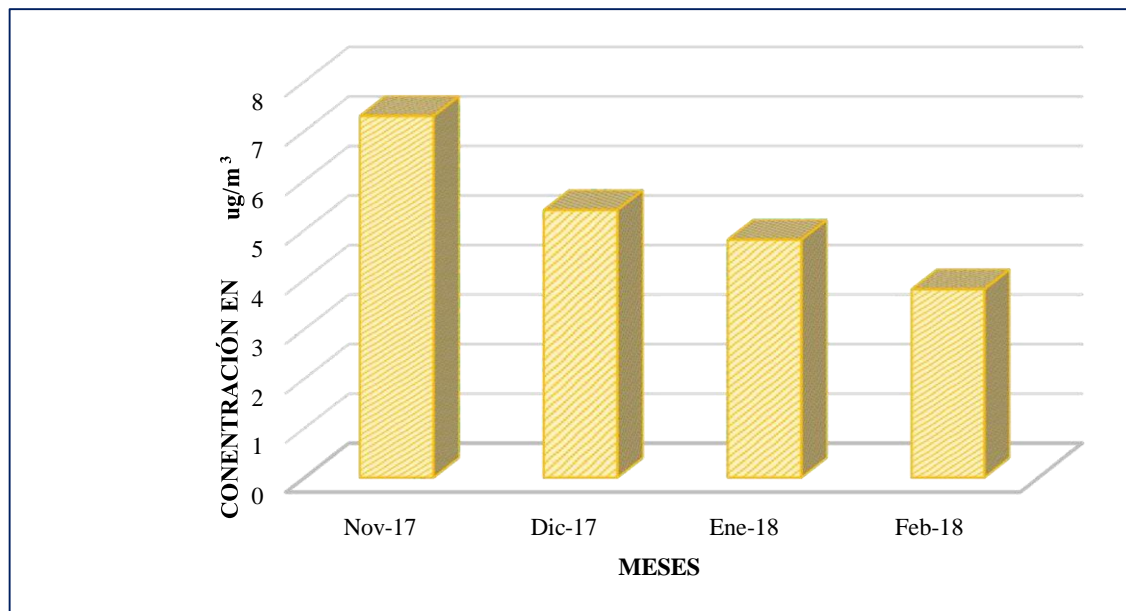
##### 3.1.1. Concentración de gases presentes en el aire en el botadero municipal de la ciudad de Moyobamba.

La mayor concentración de  $\text{SO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 1 (Barlovento), se da en el mes de noviembre del año 2017 con un valor de 4.5, seguido del mes de diciembre del año 2017 con un valor de 3.8, y con menor concentración en el mes de febrero del año 2018, con  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente. Como se puede observar en la siguiente figura:



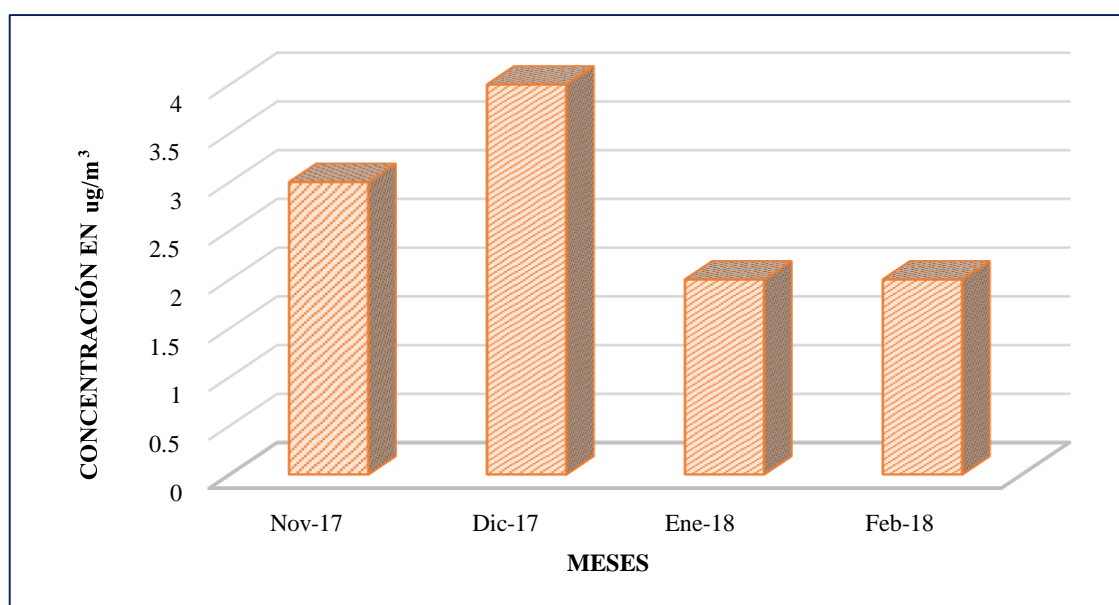
**Figura 1.** Variación mensual de la concentración de  $\text{SO}_2$  en el punto de muestreo 1 (Barlovento) por periodo de muestreo.

La mayor concentración de  $\text{SO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 2 (Sotavento), se da en el mes de noviembre del año 2017 con un valor de 7.3, y con menor concentración en el mes de febrero del año 2018, con 3.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.



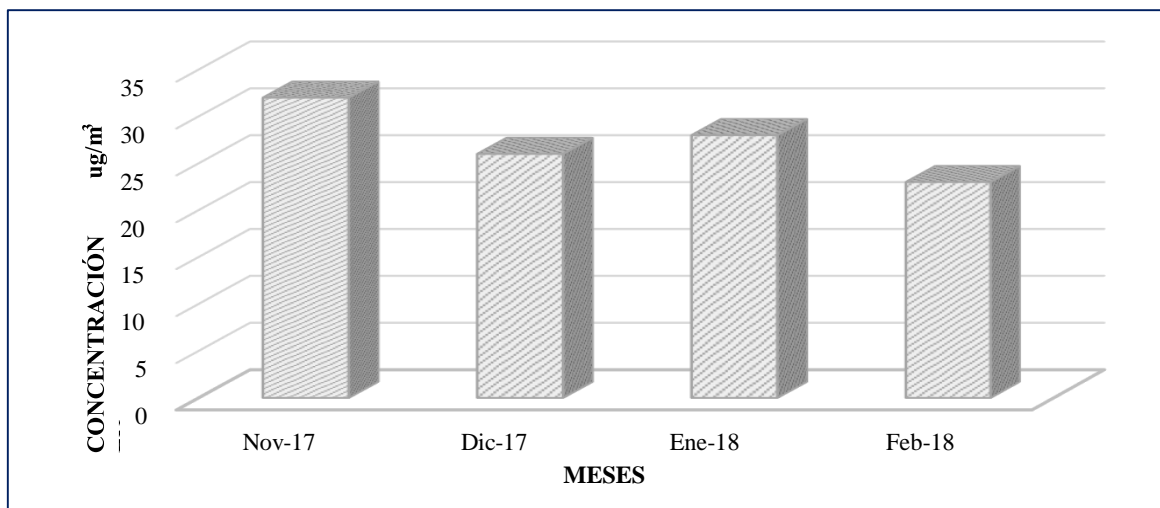
**Figura 2.** Variación mensual de la concentración de  $\text{SO}_2$  en el punto de muestreo 2 (sotavento) por periodo de muestreo.

La mayor concentración de  $\text{CH}_4$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 1 (barlovento), se da en el mes de diciembre del año 2017 con un valor de 4, y con menor concentración en el mes de enero y febrero del año 2018, con un mismo valor de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.



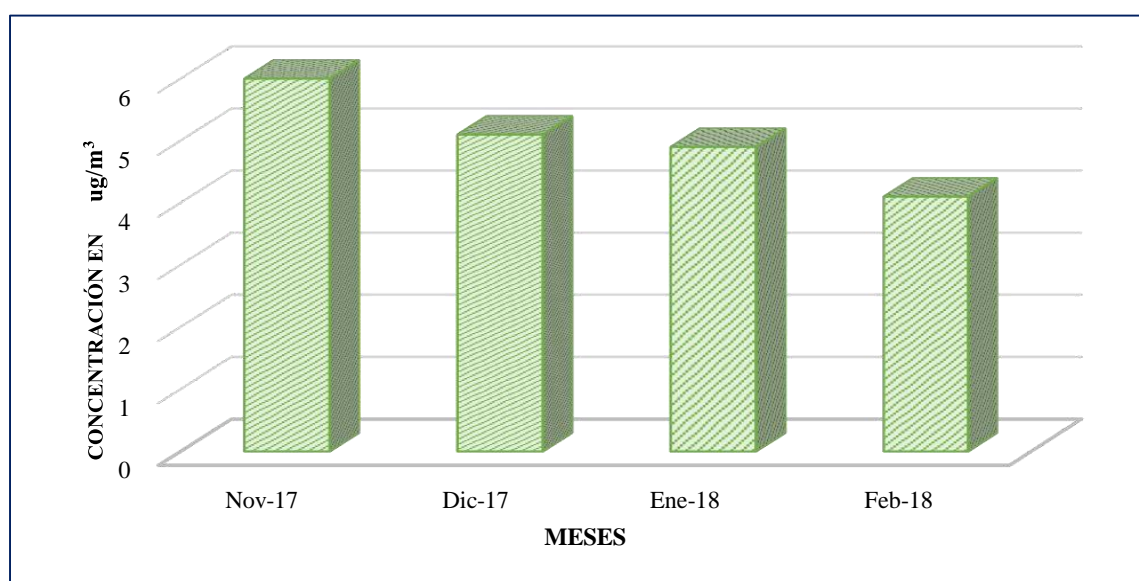
**Figura 3.** Variación mensual de la concentración de  $\text{CH}_4$  en el punto de muestreo 1 (barlovento) por periodo de muestreo

La mayor concentración de  $\text{CH}_4$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 2 (sotavento), se da en el mes de noviembre del año 2017 con un valor de 32, seguido del mes de enero del año 2018 con un valor de 28, y con menor concentración en el mes de febrero del año 2018, con un valor de 23  $\text{ug}/\text{m}^3$  respectivamente.



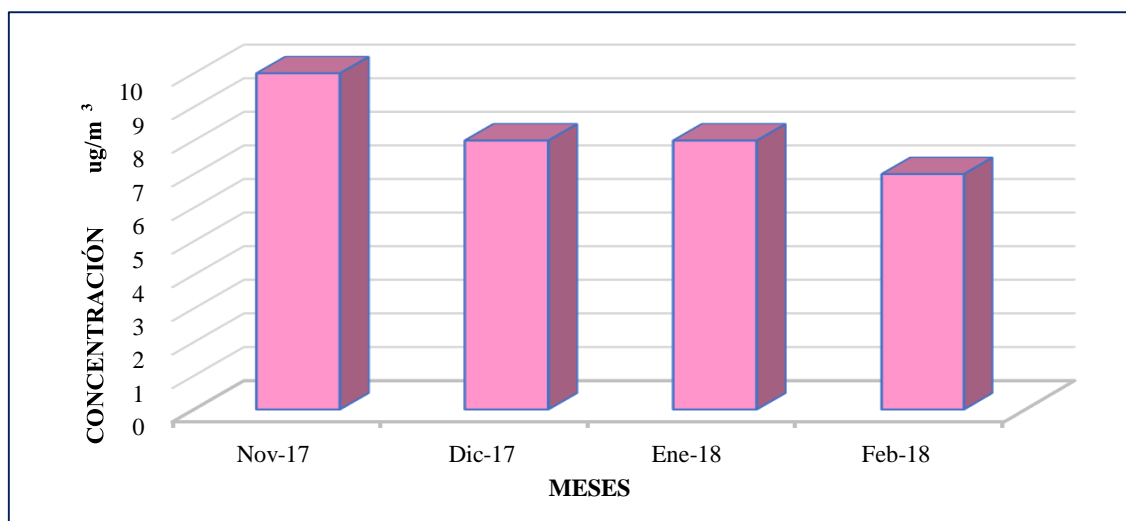
**Figura 4.** Variación mensual de la concentración de  $\text{CH}_4$  en el punto de muestreo 2 (sotavento) por periodo de muestreo.

La mayor concentración de  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 1 (barlovento), se da en el mes de noviembre del año 2017 con un valor de 6, y con menor concentración en el mes de febrero del año 2018, con un valor de 4.1  $\text{ug}/\text{m}^3$  respectivamente.



**Figura 5.** Variación mensual de la concentración de  $\text{H}_2\text{S}$  en el punto de muestreo 1 (barlovento) por periodo de muestreo.

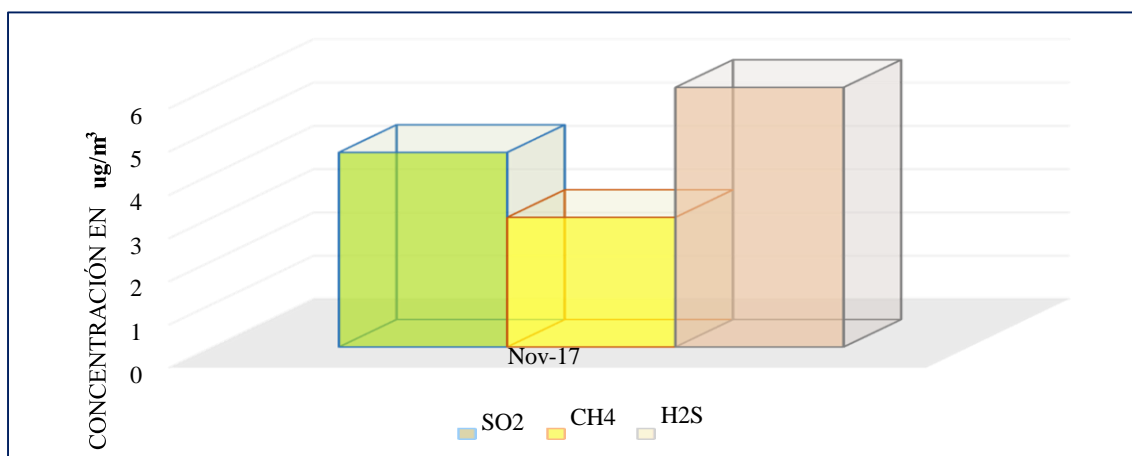
La mayor concentración de  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 2 (sotavento), se da en el mes de noviembre del año 2017 con un valor de 10, seguido del mes de diciembre del año 2017 y enero del año 2018 con un mismo valor de 8, y con menor concentración en el mes de febrero del año 2018, con un valor de 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.



**Figura 6.** Variación mensual de la concentración de  $\text{H}_2\text{S}$  en el punto de muestreo 2 (sotavento) por periodo de muestreo.

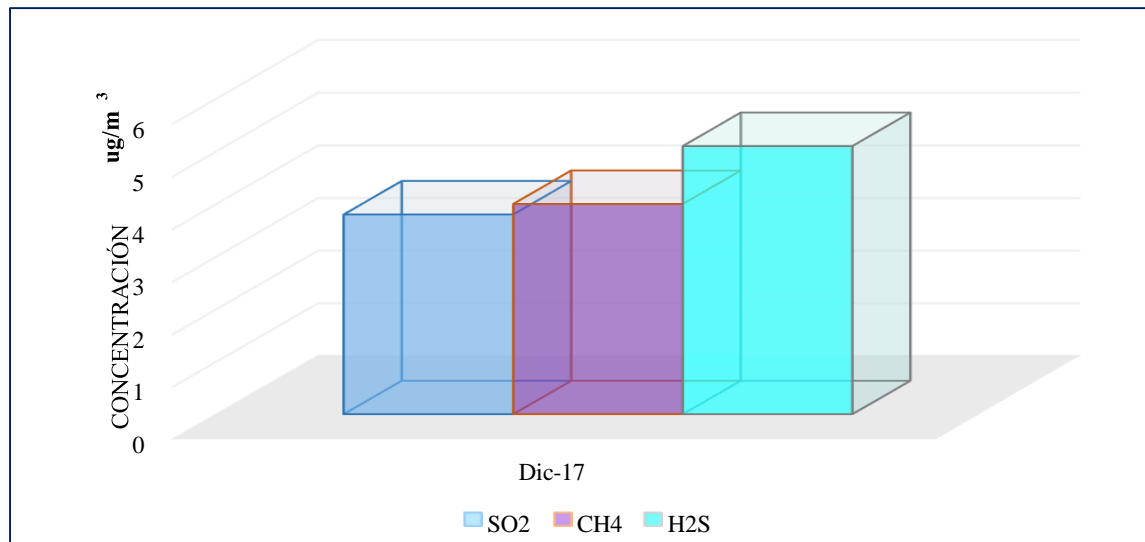
### 3.1.2. Análisis de los niveles de concentración encontrados en el botadero municipal con relación a los estándares de calidad ambiental.

La mayor concentración en el mes de noviembre del 2017 de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 1 (barlovento), se da en el  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) con un valor de 6, seguido de  $\text{SO}_2$  con un valor de 4.5 y con menor concentración en  $\text{CH}_4$ , con un valor de 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.



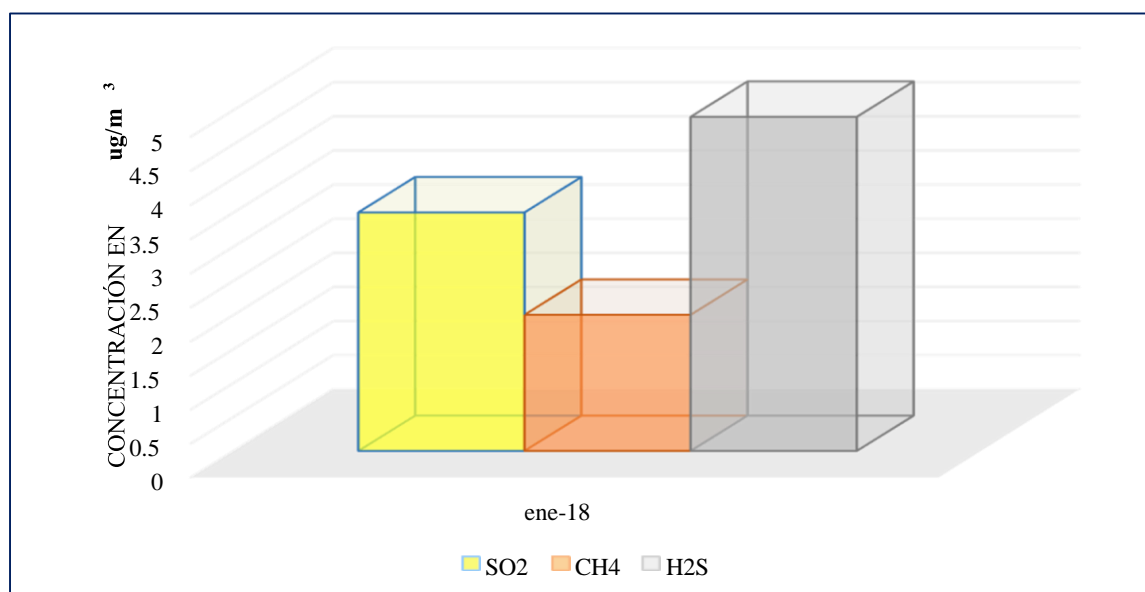
**Figura 7.** Variación de la concentración por mes,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  por periodo de muestreo 1 (barlovento), noviembre 2017.

La mayor concentración en el mes de diciembre del 2017 de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 1 (Barlovento), se da en el  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) con un valor de 5.1, y con menor concentración en  $\text{SO}_2$ , con un valor de 3  $\text{ug}/\text{m}^3$  respectivamente.



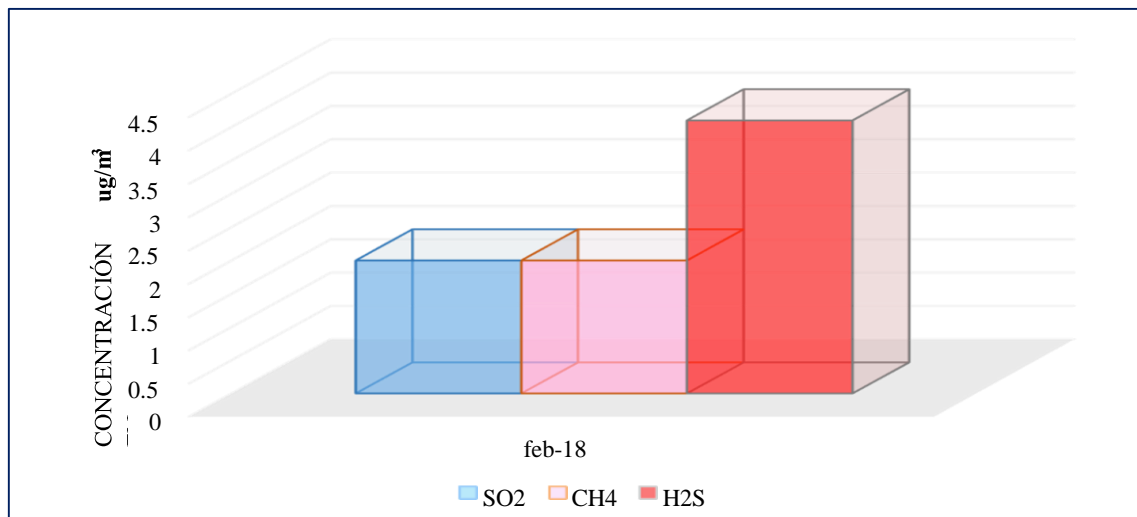
**Figura 8.** Variación de la concentración por mes,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  por periodo de muestreo 1 (barlovento), diciembre 2017.

La mayor concentración en el mes de enero del 2018 de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 1 (Barlovento), se da en el  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) con un valor de 4.9, seguido de  $\text{SO}_2$  con un valor de 3.5 y con menor concentración en  $\text{CH}_4$ , con un valor de 2  $\text{ug}/\text{m}^3$  respectivamente.



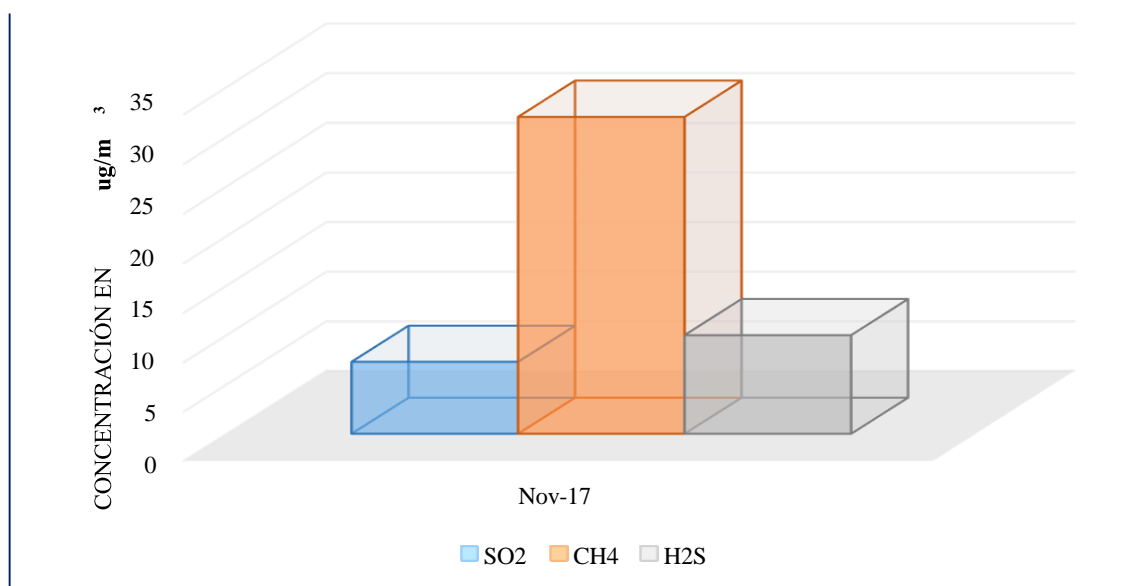
**Figura 9.** Variación de la concentración por mes,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  por periodo de muestreo 1 (barlovento), enero 2018.

La mayor concentración en el mes de febrero del 2018 de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 1 (Barlovento), se da en el  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) con un valor de 4.1, y con menor concentración en  $\text{SO}_2$  y  $\text{CH}_4$ , con un mismo valor de 2  $\text{ug}/\text{m}^3$  respectivamente.



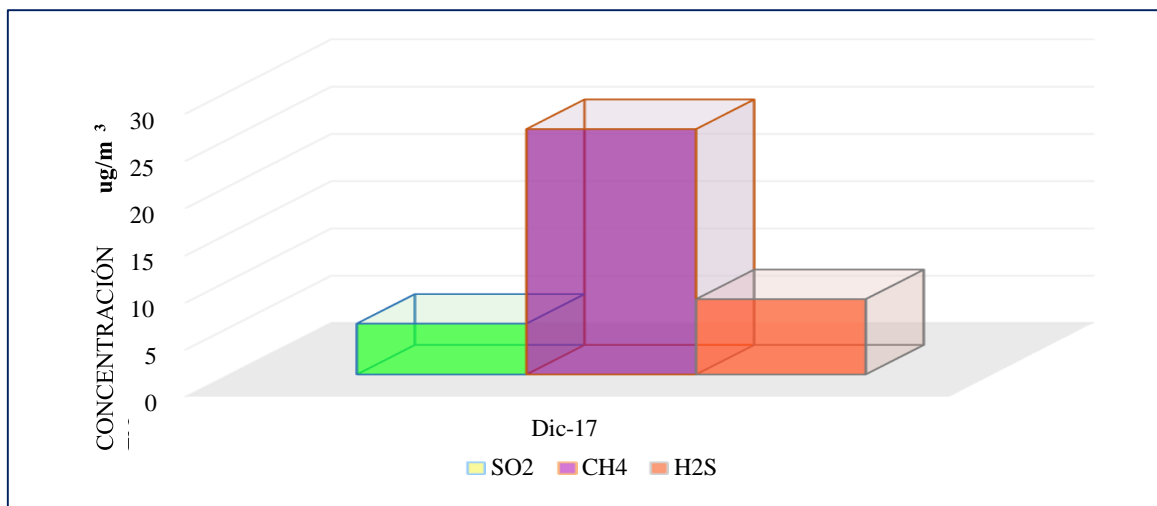
**Figura 10.** Concentración por mes,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  por periodo de muestreo 1 (barlovento), febrero 2018.

La mayor concentración en el mes de noviembre del 2017 de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 2 (sotavento), se da en el  $\text{CH}_4$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) con un valor de 32, seguido de  $\text{H}_2\text{S}$  con un valor de 10, y con menor concentración en  $\text{SO}_2$ , con un valor de 7.3  $\text{ug}/\text{m}^3$  respectivamente.



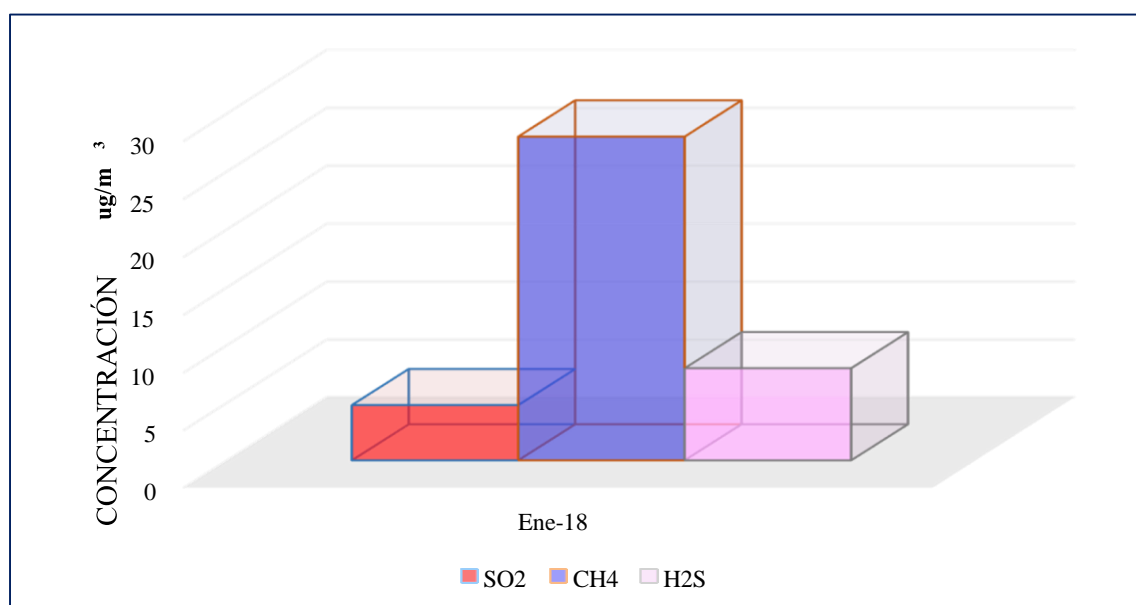
**Figura 11.** Variación de la concentración por mes,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  por periodo de muestreo 2 (sotavento), noviembre 2017.

La mayor concentración en el mes de diciembre del 2017 de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 2 (Sotavento), se da en el  $\text{CH}_4$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) con un valor de 26, y con menor concentración en  $\text{SO}_2$ , con un valor de  $5.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.



**Figura 12.** Variación de la concentración por mes,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  por periodo de muestreo 2 (sotavento), diciembre 2017.

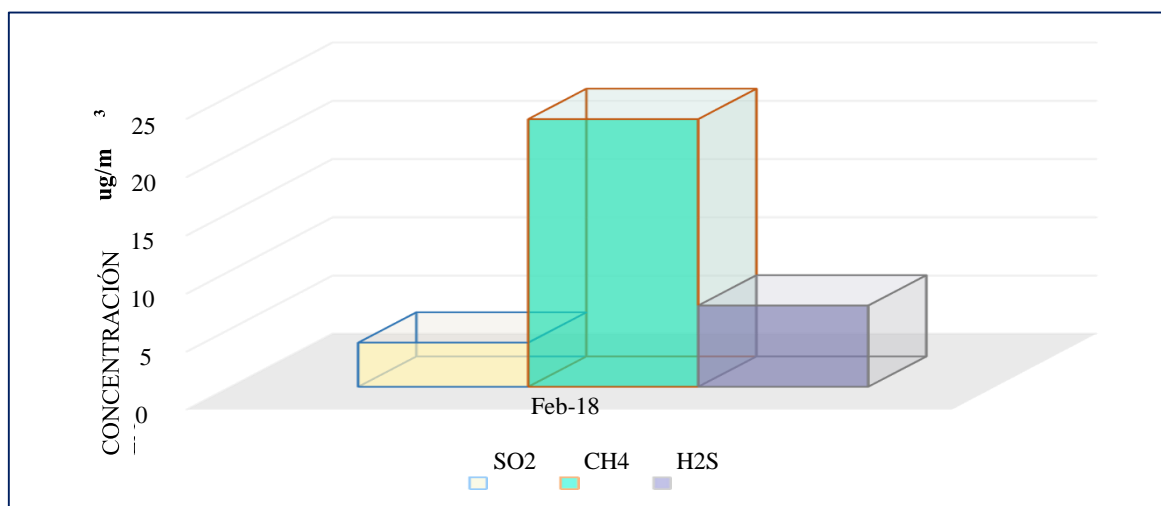
La mayor concentración en el mes de enero del 2018 de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 2 (sotavento), se da en el  $\text{CH}_4$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) con un valor de 28, seguido de  $\text{H}_2\text{S}$  con un valor de 8, y con menor concentración en  $\text{SO}_2$ , con un valor de  $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.



**Figura 13.** Variación de la concentración por mes,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  por periodo de muestreo 2 (sotavento), enero 2018.

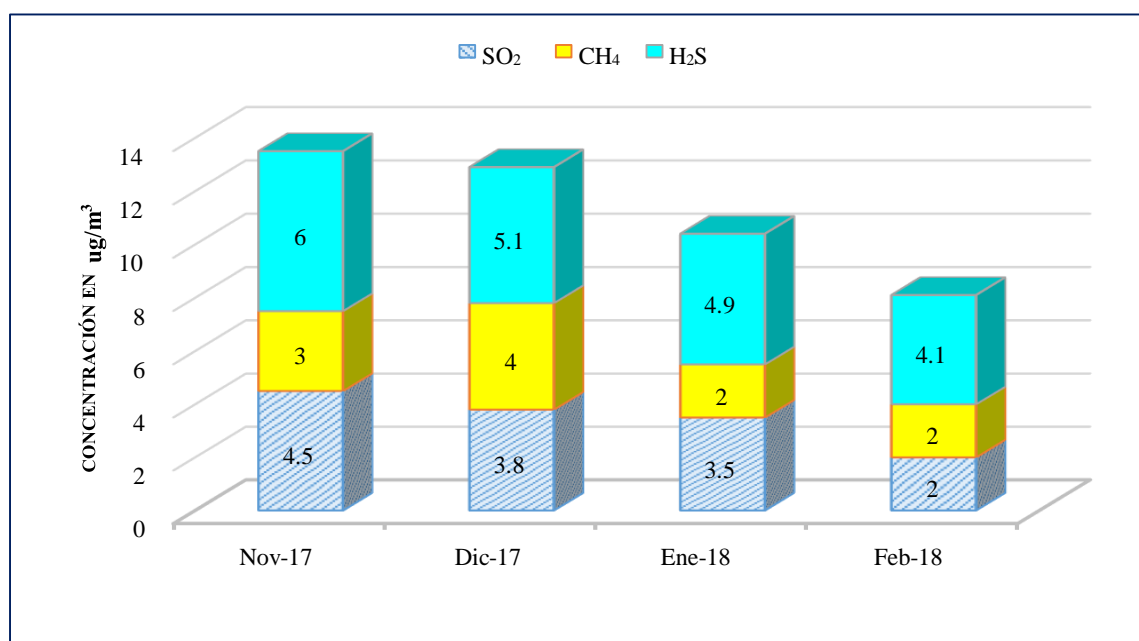


La mayor concentración en el mes de febrero del 2018 de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) en el punto de muestreo 2 (sotavento), se da en el  $\text{CH}_4$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ) con un valor de 23, y con menor concentración en  $\text{SO}_2$ , con un valor de  $3.8 \text{ ug}/\text{m}^3$  respectivamente.



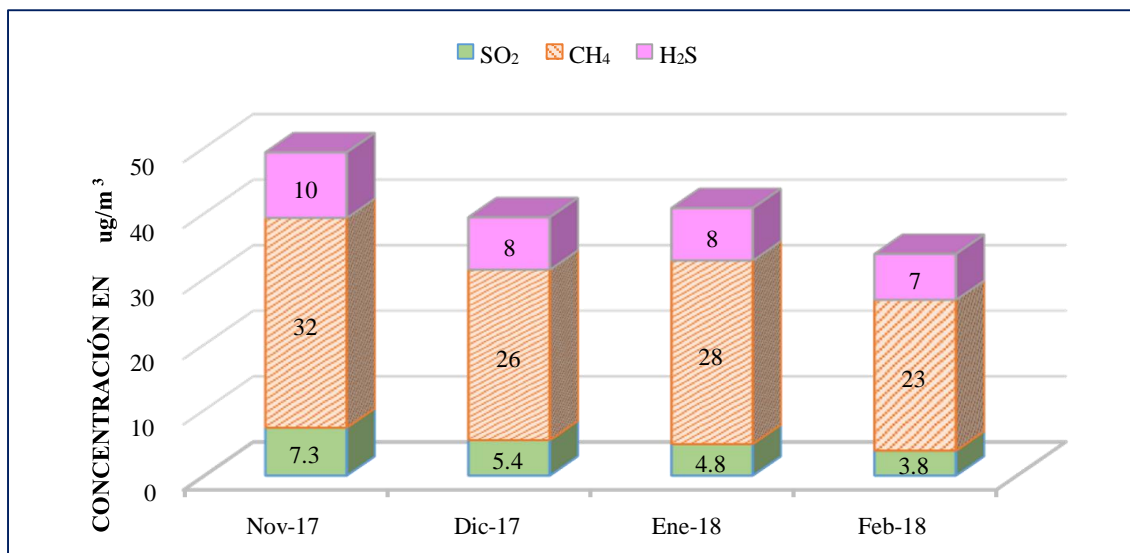
**Figura 14.** Variación de la concentración por mes,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  por periodo de muestreo 2 (sotavento), febrero 2018.

Del punto de muestreo 1 (Barlovento), se tienen que los mayores valores de concentración general de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ), se da en el mes de noviembre del año 2017, para  $\text{H}_2\text{S}$  con 6,  $\text{SO}_2$  con 4.5 y  $\text{CH}_4$  con 3, y menor concentración en febrero de 2018 para  $\text{H}_2\text{S}$  con 4.1,  $\text{SO}_2$  y  $\text{CH}_4$  con un mismo valor de 2, respectivamente.



**Figura 15.** Variación de los datos promedio de la concentración de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$ . Periodo de muestreo 1 (barlovento).

Del punto de muestreo 2 (Sotavento), se tienen que los mayores valores de concentración general de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), se da en el mes de noviembre del año 2017, para  $\text{CH}_4$  con 32,  $\text{H}_2\text{S}$  con 10 y  $\text{SO}_2$  con 7.3, y menor concentración en febrero de 2018 para  $\text{CH}_4$  con 23,  $\text{H}_2\text{S}$  con 7 y  $\text{SO}_2$  con un valor de 3.8, respectivamente.



**Figura 16.** Variación de los datos promedio de la concentración de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$ . Periodo de muestreo 2 (sotavento).

**Tabla 4**

*Resultados de promedio general para cada gas (barlovento)*

MESES	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	PROMEDIO
<b>CONCENTRACIÓN DE GASES (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>					
<b><math>\text{SO}_2</math></b>	4.5	3.8	3.5	2	3.45
<b><math>\text{CH}_4</math></b>	3	4	2	2	2.75
<b><math>\text{H}_2\text{S}</math></b>	6	5.1	4.9	4.1	5.02

Se observa los promedios de los tres gases en cada mes en la dirección a Barlovento del viento, entonces se puede deducir que la concentración mayor es 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el mes de noviembre para el gas  $\text{H}_2\text{S}$ ; así también lo es para el promedio general de meses con la cantidad de 5.02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  también para el  $\text{H}_2\text{S}$ , y la concentración menor se da para dos gases, siendo el primero el  $\text{CH}_4$  con 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración en el mes de enero y febrero, y para el  $\text{SO}_2$  con 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración; el promedio general de menor concentración es de 2.75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el gas metano.

**Tabla 5***Resultados de promedio general para cada gas (Sotavento)*

MESES	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	PROMEDIO
<b>CONCENTRACIÓN DE GASES</b> (ug/m <sup>3</sup> )					
<b>SO<sub>2</sub></b>	7.3	5.4	4.8	3.8	5.33
<b>CH<sub>4</sub></b>	32	26	28	23	27.25
<b>H<sub>2</sub>S</b>	10	8	8	7	8.25

Se observa los promedios de los tres gases en cada mes en la dirección a sotavento del viento, entonces se puede deducir que la concentración mayor es 32 ug/m<sup>3</sup> en el mes de noviembre para el gas CH<sub>4</sub>; así también lo es para el promedio general de meses con la cantidad de 27.25 ug/m<sup>3</sup> también para el CH<sub>4</sub>, y la concentración menor se da en el mes de febrero para el gas SO<sub>2</sub> con una cantidad de concentración de 3.8 ug/m<sup>3</sup>, y el promedio general de menor concentración es 5.33 ug/m<sup>3</sup> para el SO<sub>2</sub>.

**Tabla 6***Resultados comparativos con los estándares de calidad ambiental para aire.*

CONCENTRACIÓN ( ug/m <sup>3</sup> )			
GASES	Promedio general (Barlovento)	Promedio general (Sotavento)	ECA: D.S N° 003- 2017-MINAM (Estándares de calidad ambiental para aire) 250 ug/m <sup>3</sup>
<b>SO<sub>2</sub></b>	3.45	5.33	
<b>CH<sub>4</sub></b>	2.75	27.25	S.E.
<b>H<sub>2</sub>S</b>	5.03	8.25	150 ug/m <sup>3</sup>

S.E: Sin estándar

Se puede observar que tanto en el punto barlovento y sotavento las concentraciones de SO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S no superan los estándares de calidad ambiental para aire establecidos en el D.S N° 003-2017. En cuanto al parámetro CH<sub>4</sub> no se tiene estándar establecido para el Perú.

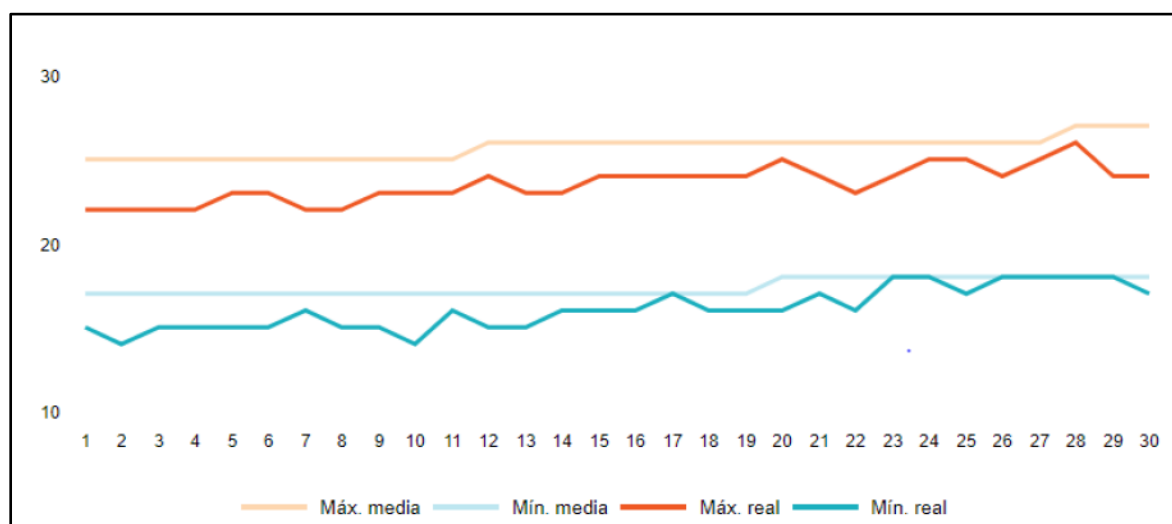
**Tabla 7**

*Factores climáticos en los días de la toma de muestras.*

Punto de muestreo	Fecha	Máx./mín.	Precip.	Nieve	Mín./Máx. media
BARLOVENTO 01	J. 02/11/17	22°/14°	0 MM	0 CM	25°/17°
SOTAVENTO 01	V. 03/11/17	22°/15°	0 MM	0 CM	25°/17°
BARLOVENTO 02	S. 18/11/17	24°/16°	0 MM	0 CM	26°/17°
SOTAVENTO 02	D. 19/11/17	24°/16°	0 MM	0 CM	26°/17°
BARLOVENTO 01	D. 03/12/17	25°/17°	0 MM	0 CM	27°/18°
SOTAVENTO 01	L. 04/12/17	25°/17°	0 MM	0 CM	27°/18°
BARLOVENTO 02	L. 18/12/17	26°/18°	0 MM	0 CM	28°/19°
SOTAVENTO 02	M. 19/12/17	27°/19°	0 MM	0 CM	28°/19°
BARLOVENTO 01	J. 04/01/18	27°/18°	0 MM	0 CM	29°/20°
SOTAVENTO 01	V. 05/01/18	27°/19°	0 MM	0 CM	29°/20°
BARLOVENTO 02	V. 19/01/18	29°/19°	0 MM	0 CM	30°/20°
SOTAVENTO 02	S. 20/01/18	29°/19°	0 MM	0 CM	30°/20°
BARLOVENTO 01	S. 03/02/18	29°/21°	0 MM	0 CM	30°/21°
SOTAVENTO 01	D. 04/02/18	30°/21°	0 MM	0 CM	30°/21°
BARLOVENTO 02	S. 17/02/18	30°/22°	0 MM	0 CM	31°/22°
SOTAVENTO 02	D. 18/02/18	28°/22°	0 MM	0 CM	31°/22°

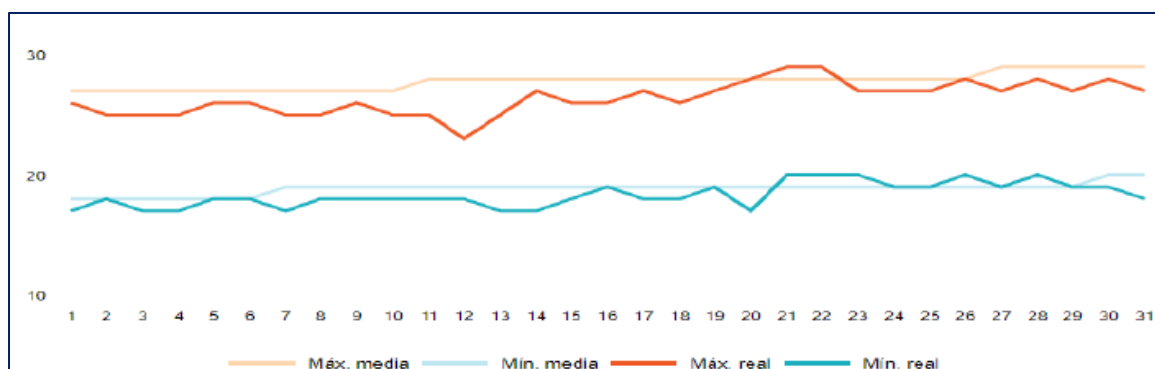
Fuente. AccuWeather, 2017.

En la siguiente figura se observa la temperatura correspondiente al mes de noviembre.



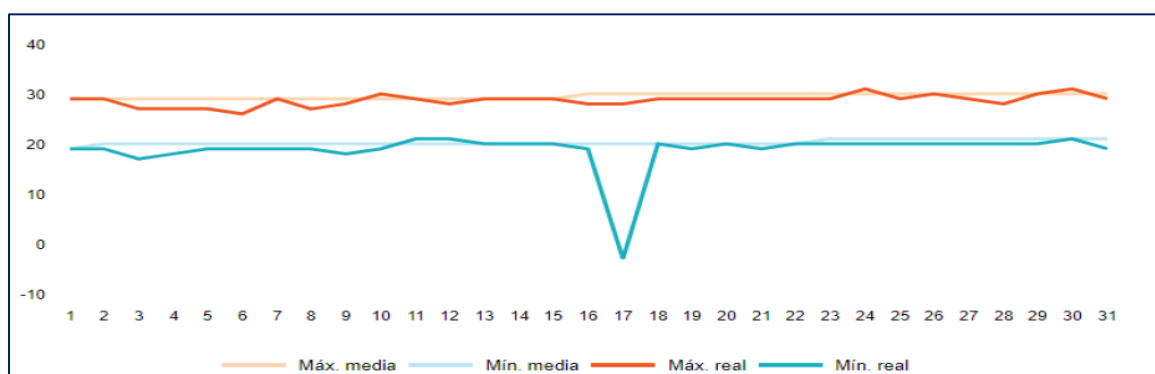
**Figura 17.** Se manifiesta el comportamiento de la T° mínima, máxima media, mínima media, máxima real y mínima real correspondiente al mes de noviembre del año 2017 en la ciudad de Moyobamba, en la cual se observa que la T° oscila entre 14 °C y 26 °C, clima templado, característico de Moyobamba. (Fuente: AccuWeather, 2017).

En la siguiente figura se observa la temperatura correspondiente al mes de diciembre.



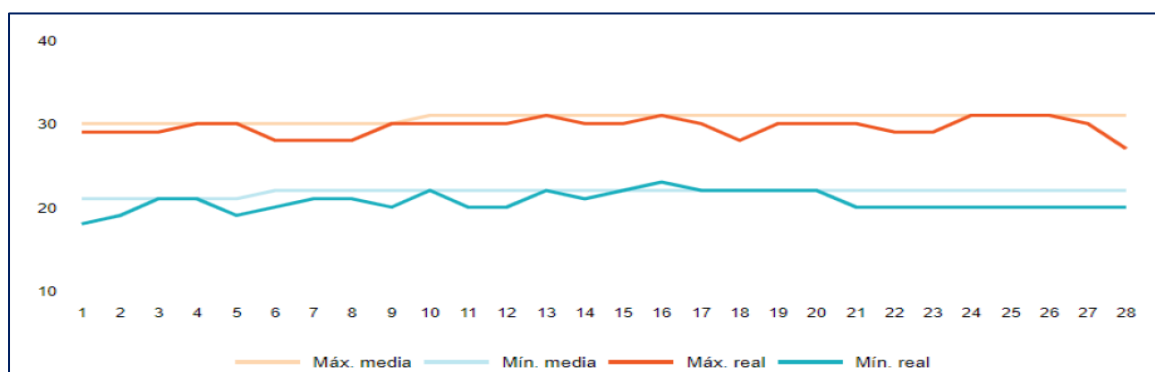
**Figura 18.** Manifiesta el comportamiento de la  $T^{\circ}$  mínima, máxima media, mínima media, máxima real y mínima real del mes de diciembre del año 2017 en la ciudad de Moyobamba, estos datos extraídos del AccuWeather, 2017, en la cual se observa que la  $T^{\circ}$  oscila entre  $17^{\circ}\text{C}$  y  $29^{\circ}\text{C}$ , clima templado. (Fuente. AccuWeather, 2017).

En la siguiente figura se observa la temperatura correspondiente al mes de enero.



**Figura 19.** Manifiesta el comportamiento de la  $T^{\circ}$  mínima, máxima media, mínima media, máxima real y mínima real correspondiente al mes de enero del año 2018 en la ciudad de Moyobamba, estos datos extraídos del AccuWeather, 2017, en la cual se observa que la  $T^{\circ}$  oscila entre  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $33^{\circ}\text{C}$ , época de verano (Fuente. AccuWeather, 2018).

En la siguiente figura se observa la temperatura correspondiente al mes de febrero.



**Figura 20.** Manifiesta el comportamiento de la  $T^{\circ}$  mínima, máxima media, mínima media, máxima real y mínima real correspondiente al mes de febrero del año 2018 en la ciudad de Moyobamba, estos datos extraídos del AccuWeather, 2018, en la cual se observa que la  $T^{\circ}$  oscila entre  $18^{\circ}\text{C}$  y  $31^{\circ}\text{C}$ , época calurosa. (Fuente. AccuWeather, 2018).

### 3.1.3. Propuesta “Estrategia de minimización de gases.

**Para llevar a cabo la minimización de gases en el botadero municipal de Moyobamba se utilizará el método de evacuador de olores que consiste en:**

Hacer un evacuador de olores con piedra.

Considerar un área en distintos puntos del botadero para hacer un evacuador de gases, entre 300 a 400 m<sup>2</sup>. En cada punto se coloca un cilindro roto de ambos lados y se le llena con piedra con un tubo en la parte central alrededor del cilindro ubicar los residuos sólidos y compactarlos

Colocar una capa de material de cobertura a los residuos sólidos

La capa debe ser permeable para que los gases puedan salir a través de la misma, pero en menores concentraciones.

Colocar arena, una y otra vez retirando solo el cilindro; hasta decidir cerrar. Al cierre se coloca una capa impermeable, por ejemplo, arcilla, para que de esta manera el gas se expida por un solo lado, la contaminación se reduce, los gases van a salir por el tubo, esos gases al salir se van a quemar desintegrándose las moléculas, entonces la concentración de estos habrá disminuido.

## 3.2. Discusiones

**Méndez (2016)**, en su investigación concluye que, la generación de gases y contaminación atmosférica son consecuencias inevitables del manejo de residuos en rellenos sanitarios y vertederos de basura. Al disponer los residuos en el relleno sanitario o botadero de basura, se forman espacios vacíos entre ellos ocupados con oxígeno (O<sub>2</sub>), que inicia la descomposición aeróbica, o fase corta, de la materia orgánica biodegradable. El botadero de la ciudad de Moyobamba, motivo de investigación, no es ajena a esta problemática, los resultados encontrados en cuanto a su presencia de concentración de gases contrastan la afirmación.

**Adrianzen (2017)**, concluye que la precipitación influye en la formación de lixiviados en un 65.13% del total y la humedad de los residuos tiene una influencia en 6.54% y con 28.33% el

flujo de agua subterránea, se produjo un total de 139 856.919 m<sup>3</sup> de lixiviados, los suelos del botadero de Moyobamba se encuentran saturados, esto se debe a que en el balance hídrico general en el botadero se obtuvo que una variación de almacenamiento también llamado flujo de agua subterránea de 728.03 mm/m<sup>2</sup> de lixiviados, sin embargo para nuestro estudio la calidad del aire no excede los parámetros de contaminación que establece la normativa peruana vigente, ya que los resultados promedio obtenidos en ambos puntos de muestreo son de 15 ug/m<sup>3</sup> para el CH<sub>4</sub>, además 4.39 ug/m<sup>3</sup> para SO<sub>2</sub>, 6.64 ug/m<sup>3</sup> para H<sub>2</sub>S refleja la relación existente en la liberación de gases en el botadero de la ciudad de Moyobamba.

De acuerdo al D.S. N° 003-2017- MINAM, establece valores de las concentraciones de SO<sub>2</sub> de 250 ug/m<sup>3</sup>, en el presente estudio se ha encontrado en promedio 4.39 ug/m<sup>3</sup> la cual no supera lo establecido, de igual manera para el H<sub>2</sub>S se encontró en promedio 6.64 ug/m<sup>3</sup> el cual tampoco excede el valor estándar establecido en 150 ug/m<sup>3</sup>. Para el CH<sub>4</sub> no se tiene estándar establecido para Perú.

## CONCLUSIONES

Se logró evaluar la contaminación del aire que se genera por la disposición final de los residuos sólidos en el botadero de la ciudad de Moyobamba, mediante la medición de los gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$ , en dos puntos de monitoreo, encontrando como promedio general en el punto de Barlovento de  $3.45 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{SO}_2$ ;  $2.75 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{CH}_4$ , y  $5.03 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{H}_2\text{S}$ . En Sotavento  $5.33 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{SO}_2$ ,  $27.25 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{CH}_4$ , y  $8.25 \text{ ug/m}^3$  para  $\text{H}_2\text{S}$ .

En el punto establecido como barlovento se ha logrado determinar que la concentración de gases ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{H}_2\text{S}$ ) es menor la concentración con relación a lo encontrado en el punto establecido como sotavento.

A pesar de que los estándares de calidad no son superados por la concentración de los gases estudiados, se concluye que las propuestas o estrategias para la minimización de los gases deben implementarse, porque los residuos sólidos siguen aumentando desproporcionadamente y sin ningún tipo de tratamiento de disposición final, y por ende el aumento de la concentración de gases seguirá emitiéndose. La propuesta de minimización de olores, incluye acciones de prevención, con la finalidad de controlar la emisión de gases al aire libre.



## RECOMENDACIONES

Se recomienda a la municipalidad provincial de Moyobamba seguir realizando el monitoreo de calidad de aire en el botadero municipal de la ciudad de Moyobamba.

A los estudiantes de diferentes instituciones, con interés en este tema, se recomienda, incluyan en futuros trabajos de investigación más parámetros de estudio, que incluya compuestos orgánicos volátiles (COV's).

A manera de control de las emisiones se recomienda al ente municipal realizar el recubrimiento adecuado de los residuos sólidos que son dispuestos finalmente en el botadero, a fin de evitar la generación de compuestos aromáticos perceptibles en el área aledaña al mismo.

Se recomienda a la municipalidad de Moyobamba, tomar en cuenta la estrategia de minimización de gases emanados en el botadero, la propuesta viene a ser realizar un evacuador de olores mecánico.

Debido a que el metano es un gas prominente en los botaderos, y a las condiciones sumamente peligrosas, se recomienda al ente municipal, el manejo correcto de este gas, construyendo pozos de ventilación para que de esa manera no se acumule y cause explosiones.

Se recomienda que el municipio adopte estas medidas, para reducir gases de efecto invernadero emanados desde el botadero municipal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIR LIQUIDE. *Ficha de datos de seguridad: sulfuro de hidrógeno*. Madrid.2004. 1pp.

ADRIANZEN Aranda, Becky Lilibeth. *Evaluación de la influencia de la precipitación de los residuos sólidos en el volumen de lixiviados generados en el botadero de Moyobamba 2017*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Ambiental, 2017. 75pp.

ÁLVAREZ Rossell, Silvia. *Manejo de desechos peligrosos en Cuba: situación actual y perspectiva*. La Habana: Dirección de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2005. 12pp.

BENAVIDES, Henry Oswaldo y LEÓN, Gloria Esperanza. *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007. 37pp.

CADENA, Ana. *La salud ambiental en el nuevo milenio*. Bogotá, Colombia, 2002.

CAMARGO, Yessenia y VELÉZ, Ana. *Emisiones de biogás producidas en rellenos sanitarios*. Santa Marta, Colombia, 2009.

CAMPOS, Martin y CASTRO, Víctor. *Tópicos meteorológicos*. Costa Rica, 1992.

CARABALLO Naranjo, Ana Mireyda. *Impactos sociales y ambientales generados por la operación del relleno sanitario de Tunja sobre el municipio de Oicatá – Boyacá*. Colombia: Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias Contables y administrativas, 2014. 71 pp.

CASELLI, Miriam. *La Contaminación Atmosférica. Causas y fuentes. Efectos sobre el clima, la vegetación y los animales*. México, 1995. 17pp.

CHICANA Vargas, Mariano y CHAMAYA Becerra, Félix. *Evaluación de la concentración de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> en el aire y su relación con el perfil epidemiológico en la población de Segunda Jerusalén*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, 2006. 20pp.

COLMENARES Mayanga, Wagner y SANTOS Bonilla, Karin. *Generación y manejo de gases en sitios de disposición final*. Perú, 2007. 4pp. Disponible en: <http://www.ingenieriaquimica.org/system/files/relleno-sanitario.pdf>

CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE, CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS AMBIENTALES y ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. *Guía técnica de clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos*. Lima, Perú, 2004.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE [CONAMA]. *La contaminación atmosférica, principal causante generadora de daños a la salud humana*. Lima, Perú, 2012.

DESIGN AND ENGINEERING. *Diseño e ingeniería*. Viña del Mar. Chile, 2014.

DÍAZ Medina, Ana. *Protocolo de monitoreo de aire*. Ancash: Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, 2010. 12pp.

ECHEVERRI Puerta, Silvia María. *Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos*. Antioquia: Universidad Lasallista, 2003. 57pp.

ENVIRONMENTAL RESEARCH FOUNDATION. “*Leachate from Municipal Dumps has same toxicity as Leachate from Hazardous Waste Dumps*” *Boletín de Residuos Peligrosos de Rachel*. Estados Unidos, 1998.

ESCALONA Guerra, Eliezer. *Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste*. Cuba: Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, 2014. 274pp.

GÁRATE Aybar, Rudy Alejandro. *Acopio de residuos sólidos y contaminación del medio ambiente en la Región Lima, 2016*. Lima: Universidad César Vallejo, 2017. 98pp.

GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO. *Plan Operativo Institucional 2012*. Cusco, Perú, 2012.

GÓMEZ, Carlos. *Efecto modulador del sulfuro de hidrógeno en el metabolismo basal en *Cavvia Porcellus* (cuy) normal*. Ecuador, 2016.

GUNNING, Paul y KRUGER, Daniel. *Importancia del metano*. Santiago de Chile, Chile, 2007.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. *Metodología de la Investigación*. México, 2010.

HERNÁNDEZ, Luis Alfredo. *Tecnologías para el aprovechamiento del gas producido por la digestión anaeróbica de la materia orgánica*. Colombia, 1996. 80pp.

JARAMILLO, Jorge. *Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*. Colombia: Universidad de Antioquia, 2002. 41pp.

KATZ, Miguel. *Materiales y materias primas: Azufre*. Buenos Aires, 2011.

KISS Kôfalusi, Gábor. *Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final*. Gaceta Ecológica, 2006. 39pp.

LLANQUE Chana, Josué. *Efectos de la contaminación atmosférica en el clima urbano y calidad ambiental de Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín, 2003. 95pp.

MÉNDEZ, Fernando. *Contaminación atmosférica generada por la descomposición de residuos sólidos*. Cali, 2016. 15pp.

MELENDI, Danny. *El metano*. Madrid. España, 2002.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DE COLOMBIA. *Saneamiento y cierre de botaderos a cielo abierto*. Colombia, 2002.

MUNDACA, Cristian. *Impacto ambiental generado por el botadero municipal. Moyobamba*: Universidad nacional de San Martin, 2016.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MOYOBAMBA. *Resolución de Alcaldía N° 524-2018-MPM/A*. Moyobamba: Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2018.

PACCHA, José. *Deterioro del medio natural por la generación de gases que se produce en la descomposición de los desechos orgánicos*. México: Procuraduría federal de protección al ambiente, 2011. 60pp.

RAMÍREZ Pérez, Henry Jhonathan. *Determinación de los niveles de contaminación del agua por la disposición final de residuos sólidos generados en la ciudad de Moyobamba*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Ambiental, 2014. 74pp.

ROJAS, Mario. *Evaluación de la calidad físico química de las fuentes de agua vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos y sus efectos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani*. Puno: Universidad Nacional del altiplano, 2016. 37pp.

SAAVEDRA Campos, Alamiro. *Diagnóstico de la situación actual de la gestión de los residuos sólidos y líquidos del distrito de Santa Rosa, y propuesta de programa de educación ambiental. Enero - Julio 2014*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2015. 54pp.

SÁNCHEZ, Fernando. *Geomorfología del Valle del Nansa*. Estados Unidos: Universidad de Canabria, 1990.

SÁNCHEZ, Ricardo. *Análisis Ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible*. Lima, Perú, 2007.

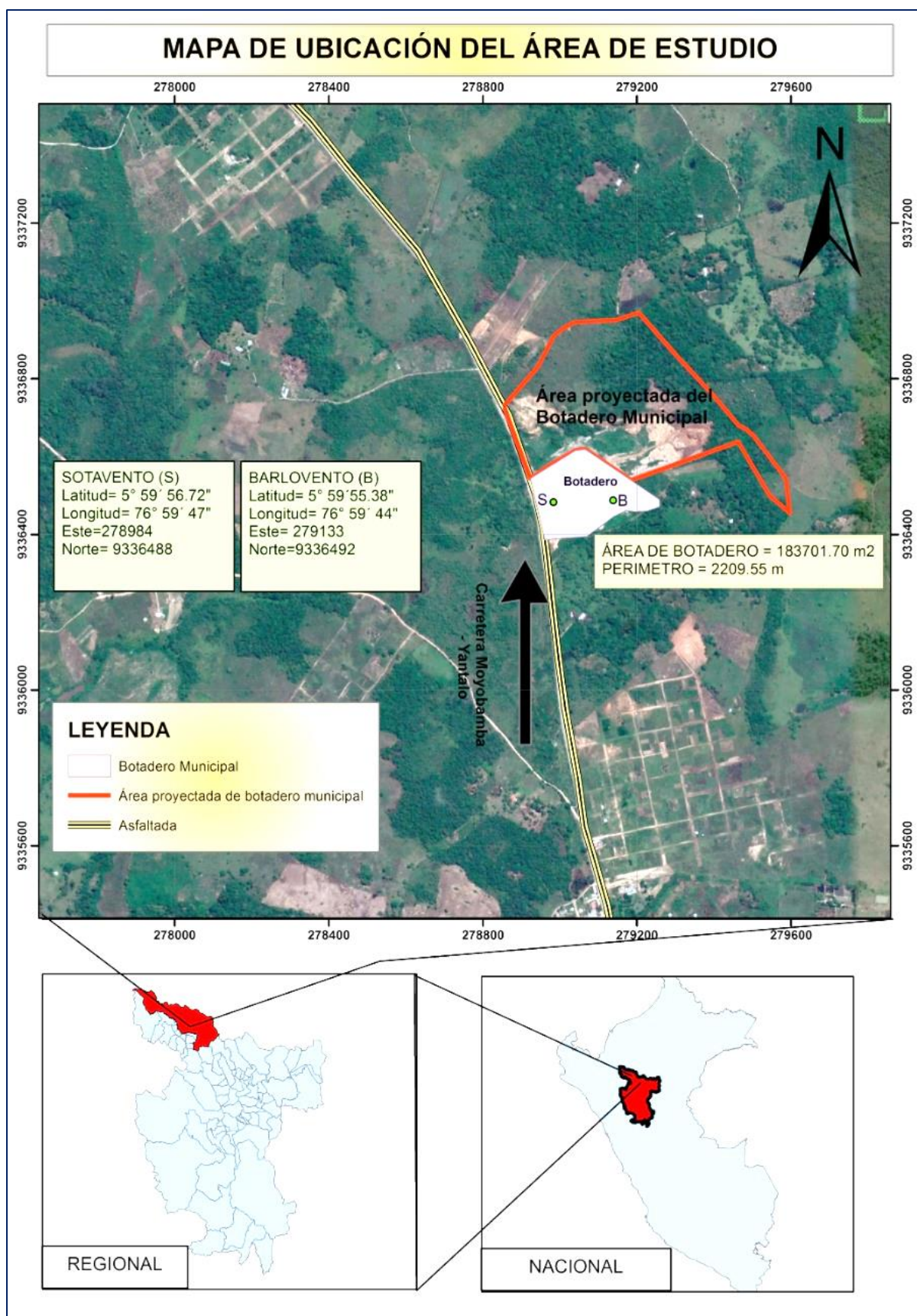
SOLÍZ Torres María Fernanda. *Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. Letras Verdes*. 2015. 4pp.

STRAUSS, Santiago. *Contaminación del aire: causas, efectos y soluciones*. México. 2011. 28pp.

ULLCA, Javier. *Rellenos sanitarios*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2006.

## **ANEXOS**

# ANEXO 1: Ubicación del área de estudio



## ANEXO 2: Fichas técnicas.

<h2 style="text-align: center;">HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL (SDS) SULFURO DE HIDRÓGENO</h2>											
<p><b>1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA</b></p> <p>Nombre del producto: Sulfuro de hidrógeno.            Familia química: Ácidos inorgánicos            Nombre químico: Sulfuro de hidrógeno            Fórmula: <math>H_2S</math>            Sinónimos: Monosulfuro de dihidrógeno, sulfuro de dihidrógeno, sulfuro de hidrógeno, dihidruro de azufre, ácido sulfídrico.            Usos: El sulfuro de hidrógeno es usado comercialmente para la purificación de los ácidos clorhídrico y sulfúrico. Se usa en la fabricación de otros productos químicos como sulfuros inorgánicos (sulfuro y bisulfuro de sodio principalmente), utilizados en la industria de colorantes, hules, pesticidas, aditivos para plásticos, peletería y fármacos. También en síntesis orgánica tiene aplicación pues se utiliza en la obtención de mercaptanos. En metalurgia se utiliza para separar cobre y níquel y en la industria nuclear se utiliza en la generación de agua pesada.</p> <p>Fabricante :  <b>LINDE ECUADOR S.A.</b>            Quito, Av. De los Shyris 344 y Eloy Alfaro Edif. Parque Central Piso 8 Tlf.: (593-2) 3998900            Guayaquil, Km. 11 1/2 Vía Daule Tlf. : (593-4) 3703400            1800LINDEGAS 1800 546334            www.linde.com.ec</p>											
<p><b>2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>% MOLAR</th> <th>NUMERO CAS</th> <th>LIMITES DE EXPOSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sulfuro de hidrógeno</td> <td>99.0-99.95%</td> <td>7783-06-4</td> <td> <b>ACGIH</b> :TLV-TWA = 10 ppm  <b>ACGIH</b> :TLV-STEL = 15 ppm  <b>OSHA</b> : PEL-TWA = 10 ppm(final)  <b>OSHA</b> :PEL-STEL = 15 ppm(final)  <b>OSHA</b> :PEL-Peak = 50 ppm(trans)  <b>OSHA</b> :PEL-Ceiling = 20 ppm(trans)                 </td> </tr> </tbody> </table>				COMPONENTE	% MOLAR	NUMERO CAS	LIMITES DE EXPOSICIÓN	Sulfuro de hidrógeno	99.0-99.95%	7783-06-4	<b>ACGIH</b> :TLV-TWA = 10 ppm <b>ACGIH</b> :TLV-STEL = 15 ppm <b>OSHA</b> : PEL-TWA = 10 ppm(final) <b>OSHA</b> :PEL-STEL = 15 ppm(final) <b>OSHA</b> :PEL-Peak = 50 ppm(trans) <b>OSHA</b> :PEL-Ceiling = 20 ppm(trans)
COMPONENTE	% MOLAR	NUMERO CAS	LIMITES DE EXPOSICIÓN								
Sulfuro de hidrógeno	99.0-99.95%	7783-06-4	<b>ACGIH</b> :TLV-TWA = 10 ppm <b>ACGIH</b> :TLV-STEL = 15 ppm <b>OSHA</b> : PEL-TWA = 10 ppm(final) <b>OSHA</b> :PEL-STEL = 15 ppm(final) <b>OSHA</b> :PEL-Peak = 50 ppm(trans) <b>OSHA</b> :PEL-Ceiling = 20 ppm(trans)								
<p><b>3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS</b></p> <p><b>Resumen de emergencia</b>            El sulfuro de hidrógeno es un gas incoloro, inflamable, con olor a huevo podrido, de sabor dulce y perceptible en concentraciones de 0.002 mg/l. Sin embargo, en concentraciones mayores de 500 ppm afecta la capacidad de percepción del nervio olfativo y con ello impide su detección a través de este sentido, haciéndolo más peligroso. Es muy tóxico, por lo que una exposición prolongada a este gas puede generar efectos adversos para la salud. Es considerado tan tóxico como el HCN; sin embargo, su olor tan desagradable permite que sea percibido a muy bajas concentraciones.</p>											



**Inhalación:** Los primeros síntomas de intoxicación, de manera general, son: náusea, vómito, diarrea, irritación de la piel, lagrimeo, falta de olfato, fotofobia y visión nublada. Los síntomas de una intoxicación aguda son: taquicardia (aumento de la velocidad cardíaca) o bradicardia (disminución de la velocidad cardíaca), hipotensión (presión sanguínea baja), cianosis, palpitaciones, arritmia cardíaca. Además, puede presentarse respiración corta y rápida, edema bronquial o pulmonar, depresión pulmonar y parálisis respiratoria. Los efectos neurológicos en estos casos son irritabilidad, vértigo, cansancio, confusión, delirio, amnesia, dolor de cabeza y sudoración. Se presentan también calambres musculares, temblores, salivación excesiva, tos, convulsiones y coma.

**Contacto con los ojos:** Se produce irritación de la conjuntiva, provocando fotofobia, queratoconjuntivitis y vesiculación del epitelio de la córnea, aún a concentraciones de 20 ppm o más bajas por algunas horas. Si la exposición es repetida se presentan, además de los síntomas mencionados, lagrimeo, dolor y visión nublada. Un envenenamiento crónico provoca hinchazón de la conjuntiva y los párpados. La recuperación de estos problemas generalmente es completa, siempre que no se presenten otras infecciones secundarias.

**Efectos crónicos:** Las exposiciones severas que no resultan en muerte pueden causar síntomas a largo plazo tales como pérdida de la memoria, parálisis de músculos faciales o daño del tejido fino del nervio. La sobre exposición crónica puede causar daño permanente en los ojos.

**Carcinogenicidad :** El sulfuro de hidrógeno está listado por la NTP, OSHA e IARC.

#### 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Trasladar la víctima a un lugar bien ventilado y evaluar los signos vitales. Si no hay pulso, proporcionar rehabilitación cardio-pulmonar; si no respira, dar respiración artificial. Si la víctima está consciente, sentarla y mantenerla en reposo ya que puede presentar congestión pulmonar o convulsiones.

**Contacto con los ojos :** Lavarlos con agua tibia asegurándose de abrir bien los párpados por lo menos durante 15 minutos.

#### 5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO

<b>Punto de inflamación :</b>	No aplica.
<b>Temperatura de auto ignición :</b>	260° C (500° F)
<b>Limites de Inflamabilidad</b>	Inferior (LEL): 4.0%
(en aire por volumen, %):	Superior (UEL): 44%

**Sensibilidad de explosión a un impacto mecánico:** No aplica.

**Sensibilidad de explosión a una descarga eléctrica:** Una descarga estática puede causar que este producto se encienda explosivamente.

##### Riesgo general

Gas inflamable. Puede formar mezclas explosivas con el aire. Cuando los cilindros se exponen a intenso calor o llamas, pueden explotar violentamente. Este compuesto es más pesado que el aire, puede viajar distancias considerables hasta una fuente de ignición y regresar en llamas. Arde en el aire con una llama azul pálida.

##### Medios de extinción

Rocío de agua, polvo químico seco y dióxido de carbono.

## 6. MEDIDAS CONTRA ESCAPE/DERRAME ACCIDENTAL

Evacuar a todo el personal innecesario de la zona afectada (hacia un lugar contrario a la dirección del viento). Si es posible, cerrar la válvula del suministro de sulfuro de hidrógeno. Si la fuga está en el cilindro, válvula o disco de ruptura, ponerse en contacto con LINDE ECUADOR S.A. Prevenir la entrada de producto en las alcantarillas, sótanos, fosos de trabajo o cualquier otro lugar donde la acumulación pudiera ser peligrosa. Usar agua en forma de rocío para controlar los vapores. Remover toda fuente de calor, ignición y si es posible, separar todo material combustible del área del escape. Ventilar el área encerrada o mover el cilindro a un área ventilada.

## 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

### Precauciones que deben tomarse durante el manejo de cilindros

**Antes del uso:** Mover los cilindros utilizando un carro porta cilindros o montacargas. No hacerlos rodar ni arrastrarlos en posición horizontal. Evitar que se caigan o golpeen violentamente uno contra otro o con otras superficies. No se deben transportar en espacios cerrados como, por ejemplo, el baúl de un automóvil, camioneta o van. Para descargarlos, usar un rodillo de caucho.

**Durante su uso:** No calentar el cilindro para acelerar la descarga del producto. Usar una válvula de contención o anti retorno en la línea de descarga para prevenir un contraflujo peligroso al sistema. Usar un regulador para reducir la presión al conectar el cilindro a tuberías o sistemas de baja presión (<200 bar -3.000 psig). Jamás descargar el contenido del cilindro hacia las personas, equipos, fuentes de ignición, material incompatible o a la atmósfera.

**Después del uso:** Cerrar la válvula principal del cilindro. Marcar los cilindros vacíos con una etiqueta que diga "VACIO". Los cilindros deben ser devueltos al proveedor con el protector de válvula o la tapa. No deben reutilizarse cilindros que presenten fugas, daños por corrosión o que hayan sido expuestos al fuego o a un arco eléctrico. En estos casos, notificar al proveedor para recibir instrucciones.

## 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

### Controles de ingeniería

**Ventilación:** Se recomienda usar exhaustiva ventilación local para prevenir la acumulación de sulfuro de hidrógeno en el lugar de trabajo. Es apropiado instalar un equipo de monitoreo automático para detectar los niveles de sulfuro de hidrógeno y oxígeno; éste se debe instalar en el área en donde se utiliza o se almacena el sulfuro de hidrógeno.

**Equipos de detección :** Utilizar sistemas de detección de gases diseñados de acuerdo con las necesidades. Para mayor seguridad se sugiere seleccionar una escala que contemple valores superiores al TLV. Solicitar asesoría técnica al respecto en LINDE ECUADOR S.A.

### Protección respiratoria

Usar protección respiratoria como equipo auto contenido (SCBA) o máscaras con mangueras de aire o de presión directa cuando se presenten escapes de este gas o durante las emergencias. Los purificadores de aire no proveen suficiente protección.

### Vestuario protector

Para el manejo de cilindros es recomendable usar guantes de neopreno, polietileno o PVC, verificando que estos estén libres de aceite y grasa; gafas de seguridad y botas con puntera de acero.

**Otros:** Regadera de seguridad y fuente lava ojos.

### Equipo contra incendio

Los socorristas y personal de grupos de respuesta a emergencias deberán, como mínimo, con equipo de protección personal completo a prueba de fuego (equipo full línea de fuego).

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

<b>Peso molecular:</b>	34.08
<b>Densidad del gas a 15° C (59° F) y 1 atm:</b>	1.44 Kg/m <sup>3</sup> (0.090 lb/ft <sup>3</sup> )
<b>Gravedad específica a 15° C (59° F) y 1 atm:</b>	1.189
<b>Temperatura de ebullición :</b>	-60.3° C (-76.6° F)
<b>Temperatura de fusión:</b>	-82.9° C (-117.2° F)
<b>pH:</b>	No aplica
<b>Solubilidad en agua (V/V) a 26.67° C (80° F) y 1 atm:</b>	32%
<b>Presión de vapor a 15.5° C (60° F):</b>	1579 Kpa (229 psia)
<b>Apariencia y color:</b> El sulfuro de hidrógeno es un gas incoloro, de olor penetrante similar al del huevo podrido.	

## 10. REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

### Estabilidad

El sulfuro de hidrógeno es un gas estable.

### Incompatibilidad

Agentes oxidantes, peróxidos orgánicos, materiales alcalinos, metales como plomo y cobre, óxidos de metales. El sulfuro de hidrógeno es corrosivo para la mayoría de los metales porque reacciona con estas sustancias para formar sulfuros metálicos.

### Condiciones a evitar

Evitar que el gas entre en contacto con materiales incompatibles. Evitar la exposición al calor, chispas u otras fuentes de ignición. Evitar exponer los cilindros a temperaturas altas o llamas directas porque pueden romperse o estallar.

### Reactividad

- a) Productos de descomposición: Agua y dióxido de azufre.
- b) Polimerización peligrosa: No ocurrirá.

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

### Datos de toxicidad

LCLo (inhalación en humanos): 600 ppm/ 30 min y 800 ppm/ 5 h  
 LDLo (inhalación en humanos): 5.7 mg/ Kg; efectos en el sistema nervioso central.  
 LCLo (inhalación en humanos) = 800 ppm/5 minutos  
 LC50 (inhalación en ratas): 444 ppm  
 TCLo (inhalación en ratas) = 20 ppm (hembra, 6-22 días después), efectos reproductivos.  
 LC50 (inhalación en ratones) = 634 ppm/1 hora  
 LCLo (inhalación en mamíferos) = 800 ppm/5 minutos

**Capacidad irritante del material:** El sulfuro de hidrógeno es severamente irritante para los ojos y puede ser moderadamente irritante para la piel.

**Sensibilidad a materiales:** No se conoce que este producto cause sensibilidad en humanos.

### Efectos al sistema reproductivo

**Mutagenicidad:** Ningún efecto mutagénico ha sido descrito para el sulfuro de hidrógeno.

**Embriotoxicidad:** Ningún efecto embriotóxico ha sido descrito para el sulfuro de hidrógeno en humanos.

**Teratogenicidad:** Ningún efecto teratogénico ha sido descrito para el sulfuro de hidrógeno.



## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Algunos efectos en animales son los relacionados con ambientes deficientes de oxígeno, daños en el sistema respiratorio y efectos en el sistema nervioso central. El sulfuro de hidrógeno es soluble en agua y es tóxico para la vida terrestre. Puede causar cambios en el pH de los sistemas acuáticos. Pone en peligro el agua potable.

El sulfuro de hidrógeno no está listado por el DOT como contaminante marino.

## 13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Regresar los cilindros vacíos al fabricante para que éste se encargue de su disposición final, de acuerdo con lo establecido por la normatividad ambiental.

## 14. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

El sulfuro de hidrógeno se transporta en cilindros color ocre (Pintulux 61 Ref: CO-176), según lineamientos establecidos al interior de la compañía.

**Número de Naciones Unidas :** UN 1053  
**Clase de peligro D.O.T :** 2.3  
**Rotulo y etiqueta D.O.T :** GAS TÓXICO  
**Riego secundario D.O.T :** 2.1 "GAS INFLAMABLE"



**Información especial de embarque:** Los cilindros se deben transportar en una posición segura en un vehículo bien ventilado. El transporte de cilindros en automóviles o en vehículos cerrados presenta serios riesgos de seguridad y debe ser descartado.

## 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

El transporte y manejo de este producto está sujeto a las disposiciones y requerimientos establecidos en el NTE INEN 2266 2.010 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos.

## 16. INFORMACIÓN ADICIONAL

En las zonas de almacenamiento de cilindros se debe contar con la siguiente información de riesgos:

### Código NFPA

**Salud :** 3 "Extremadamente peligroso para la salud"  
**Inflamabilidad :** 4 "Extremadamente inflamable"  
**Reactividad :** 0 "Estable"  
**Salida de válvula :** CGA 330



# HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL (SDS) METANO

## 1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre del producto : Metano

Familia química : Hidrocarburos alifáticos

Nombre químico : Metano

Fórmula : CH<sub>4</sub>

Sinónimos: Hidruro de metilo, gas de los pantanos.

Usos: El metano es usado principalmente como iniciador para síntesis de gran variedad de sustancias orgánicas. Algunas de las más importantes son cloroformo, tetracloruro de carbono, acetileno, alcoholes, aldehídos y ácidos orgánicos. También es usado para la producción de amoníaco y como gas combustible.

Presentación: Como gas comprimido en cilindros.

Fabricante :

**LINDE ECUADOR S.A.**

**Quito, Av. De los Shyris 344 y Eloy Alfaro Edif. Parque Central Piso 8 Tlf.: (593-2) 3998900**

**Guayaquil, Km. 11 1/2 Vía Daule Tlf. : (593-4) 3703400**

**1800LINDEGAS 1800 546334**

**www.linde.com.ec**

## 2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

COMPONENTE	% MOLAR	NUMERO CAS	LIMITES DE EXPOSICIÓN
Metano	93.0-99.995%	74-82-8	TLV : Asfixiante simple

## 3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

### Resumen de emergencia

Gas comprimido extremadamente inflamable. El metano no es tóxico, es incoloro, inoloro y es más ligero que el aire por lo que puede alcanzar fuentes de ignición lejanas. El peligro primordial relacionado con escapes de este gas es combustión o explosión por formación de mezclas con el aire.

## 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Suministrar atención médica de forma inmediata. Trasladar la víctima a un área no contaminada para que inhale aire fresco; mantenerla caliente y en reposo. Si la víctima no respira, administrar oxígeno suplementario o respiración artificial.

## 5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO

<b>Punto de inflamación :</b>	-187.8° C (-306° F)
<b>Temperatura de autoignición :</b>	537° C (999° F)
<b>Limites de Inflamabilidad</b>	Inferior (LEL): 5%

## 6. MEDIDAS CONTRA ESCAPE ACCIDENTAL

En caso de un escape despejar el área afectada, evacuando hacia un lugar contrario a la dirección del viento que cubra por lo menos 800 metros (1/2 milla) a la redonda. Proteger a la gente y responder con personal entrenado. Si es posible, cerrar la válvula del cilindro para detener el escape. Si no se logra detener (o si no es posible llegar a la válvula), permitir que el gas se escape en su lugar o mover el cilindro a un sitio seguro, alejado de fuentes de ignición.

Se debe tener mucha precaución cuando se mueva un cilindro de metano con escape. Monitorear el nivel de oxígeno presente en el área con el fin de detectar posibles mezclas explosivas, teniendo en cuenta que el contenido de oxígeno debe estar por encima de 19.5% .

## 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

### Precauciones que deben tomarse durante el manejo de cilindros

**Antes del uso:** Mover los cilindros utilizando un carro porta cilindros o montacargas. No hacerlos rodar ni arrastrarlos en posición horizontal. Evitar que se caigan o golpeen violentamente uno contra otro o con otras superficies. No se deben transportar en espacios cerrados como por ejemplo, el baúl de un automóvil, camioneta o van. Para descargarlos, usar un rodillo de caucho.

**Durante su uso:** No calentar el cilindro para acelerar la descarga del producto. Usar una válvula de contención o anti retorno en la línea de descarga para prevenir un contraflujo peligroso al sistema. Usar un regulador para reducir la presión al conectar el cilindro a tuberías o sistemas de baja presión (<200 bar-3.000 psig). Jamás descargar el contenido del cilindro hacia las personas, equipos, fuentes de ignición, material incompatible o a la atmósfera.

## 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

### Controles de ingeniería

**Ventilación:** Para la manipulación de este gas se debe proveer ventilación mecánica a prueba de explosión.

**Equipos de detección:** Utilizar sistemas de detección de gases diseñados de acuerdo con las necesidades. Rango recomendado del instrumento 0 – 100% LEL.

### Protección respiratoria

Usar protección respiratoria como equipo de respiración auto-contenido (SCBA) o máscaras con mangueras de aire o de presión directa, si el nivel de oxígeno está por debajo del 19.5% o durante emergencias de un escape del gas. Los purificadores de aire no proveen suficiente protección.

### Vestuario protector

Para el manejo de cilindros es recomendable usar guantes industriales, verificando que éstos estén libres de aceite y grasa; gafas de seguridad, botas con puntera de acero y ropa de algodón para prevenir la acumulación de cargas electrostáticas.

### Equipo contra incendios

Los socorristas o personal de rescate deben contar, como mínimo, con un aparato de respiración auto-contenido y protección personal completa a prueba de fuego (equipo para línea de fuego).

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

<b>Densidad relativa del gas a 15° C (59° F), 1 atm:</b>	0.5549
<b>Punto de ebullición a 1 atm:</b>	-161.49° C (-258.64° F)
<b>Punto de fusión a 1 atm:</b>	-182.48° C (-296.42° F)
<b>Peso molecular:</b>	16.043
<b>Densidad a 15°C y 1 atm:</b>	0,671 kg/m <sup>3</sup>



## 10. REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

### Estabilidad

El metano es un gas estable.

### Incompatibilidad

El metano puede reaccionar explosivamente en presencia de halógenos, óxidos de nitrógeno y acetileno.

### Condiciones a evitar

Mantener los cilindros lejos de fuentes de ignición y de las descargas electrostáticas. Cilindros expuestos a temperaturas altas o llamas directas pueden romperse o estallar violentamente.

### Reactividad

- a) Productos de descomposición : Ninguno
- b) Polimerización peligrosa : No ocurrirá.

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El metano es un asfixiante simple. Los efectos en humanos son los siguientes :

### Concentración

### Síntomas de exposición

12-16% Oxígeno:	Aumenta el ritmo de la respiración y el pulso. Disturbios leves en la coordinación muscular
10-14% Oxígeno:	Trastorno emocional, fatiga, respiración interrumpida.
6-10% Oxígeno:	Nausea y vómito, colapso y pérdida de la conciencia.
Por debajo del 6%:	Movimientos convulsivos, posible colapso respiratorio y muerte

**Capacidad irritante del material:** Producto no irritante

**Sensibilidad a materiales:** El producto no causa sensibilidad en humanos.

### Efectos al sistema reproductivo

**Habilidad mutable:** No Aplicable

**Mutagenicidad:** Ningún efecto mutagénico ha sido descrito para el metano.

**Embriotoxicidad:** Ningún efecto embriotóxico ha sido descrito para el metano.

**Teratogenicidad:** Ningún efecto teratogénico ha sido descrito para el metano.

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

El metano no contiene ningún químico Clase I o Clase II que reduzca el ozono. No se anticipa ningún efecto en la vida de las plantas. El metano es un combustible muy limpio comparado con los combustibles tradicionales, lo que facilita el cumplimiento de las exigentes normas ambientales. El metano en la atmósfera es una de las causas del efecto invernadero.

El metano no es considerado un contaminante marino por el D.O.T.

## 13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Regresar los cilindros vacíos al fabricante para que éste se encargue de su disposición final, de acuerdo con lo establecido por la normatividad ambiental.

## 14. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

**Número de Naciones Unidas :** UN 1971  
**Clase de peligro D.O.T :** 2.1  
**Rotulo y etiqueta D.O.T :** GAS INFLAMABLE



El metano se transporta en cilindros color ocre (Pintulux 61 Ref: CO-176), según lineamientos establecidos al interior de la compañía.

# HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL (SDS) DIÓXIDO DE AZUFRE

## 1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre del producto : Dióxido de azufre

Familia química : Ácido inorgánico

Nombre químico : Dióxido de azufre

Fórmula :  $\text{SO}_2$

Sinónimos: Anhídrido sulfuroso, anhídrido de ácido sulfuroso, óxido de azufre (IV) y dióxido de azufre.

Usos: La mayor cantidad de dióxido de azufre es utilizado para la producción de ácido sulfúrico. Es usado también como preservativo para la cerveza, el vino y la malta; como refrigerante en la industria del hielo; como agente reductor para el bronceado; como blanqueador en la industria de papel y como desinfectante; como desalcalinizador para temple superficial del vidrio.

Fabricante :

**LINDE ECUADOR S.A.**

Quito, Av. De los Shyris 344 y Eloy Alfaro Edif. Parque Central Piso 8 Tlf.: (593-2) 3998900

Guayaquil, Km. 11 1/2 Vía Daule Tlf. : (593-4) 3703400

1800LINDEGAS 1800 546334

[www.linde.com.ec](http://www.linde.com.ec)

## 2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

COMPONENTE	% MOLAR	NUMERO CAS	LIMITES DE EXPOSICIÓN
Dióxido de azufre	>99.98%	7446-09-5	<b>OSHA</b> : TWA = 2 ppm, STEL = 5 ppm <b>ACGIH</b> : TWA = 2 ppm, STEL = 5 ppm <b>NIOSH</b> : IDLH = 100 ppm.

## 3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

### Resumen de emergencia

Gas tóxico, de olor penetrante e incoloro con sabor suavemente ácido. Los riesgos para la salud son: irritación en el tracto respiratorio y lesiones por corrosión en la piel y en los ojos. El dióxido de azufre es dos veces más pesado que el aire. El gas reacciona con el agua o la humedad para generar el ácido sulfuroso, el cual también puede ser corrosivo para la piel y los ojos.

### Efectos potenciales para la salud

**Inhalación:** Irritante y corrosivo para las membranas mucosas, especialmente en los tractos respiratorios superior e inferior. La exposición a bajas concentraciones ocasiona irritación en los ojos, nariz, garganta y pulmones. La irritación respiratoria se manifiesta por dolores en el pecho, respiración dolorosa y tos. La exposición por largos periodos de tiempo conlleva a una irritación más profunda del tracto respiratorio causando tos que puede ser violenta y dolorosa, induciendo a la descarga de sangre u vómito con colapso eventual; otros síntomas incluyen dolor de cabeza, malestar general, ansiedad y respiración entrecortada. Altas concentraciones puede causar edema pulmonar.



## 6. MEDIDAS CONTRA ESCAPE/DERRAME ACCIDENTAL

En caso de escape evacuar a todo el personal de la zona afectada (hacia un lugar contrario a la dirección del viento). Aislar un área de 25 a 50 metros a la redonda. Localizar y sellar la fuente de escape del gas. No tocar ni caminar sobre el material derramado. Si la fuga está en el cilindro, válvula o disco de ruptura, ponerse en contacto con LINDE ECUADOR S.A. Reducir el vapor con agua en neblina o pulverizada. Prevenir la entrada en alcantarillas, sótanos o en cualquier otro lugar donde la acumulación pueda ser peligrosa. Ventilar el área. Lavar el área y la ropa contaminada con abundante agua.

## 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

### Precauciones que deben tomarse durante el manejo de cilindros

**Antes del uso:** Mover los cilindros utilizando un carro porta cilindros o montacargas. No hacerlos rodar ni arrastrarlos en posición horizontal. Evitar que se caigan o golpeen violentamente uno contra otro o con otras superficies. No se deben transportar en espacios cerrados como por ejemplo, el baúl de un automóvil, camioneta o van. Para descargarlos usar un rodillo de caucho.

**Durante su uso:** No calentar el cilindro para acelerar la descarga del producto. Usar una válvula de contención o anti retorno en la línea de descarga para prevenir un contraflujo peligroso al sistema. Usar un regulador para reducir la presión al conectar el cilindro a tuberías o sistemas de baja presión (<200 bar-3.000 psig). Jamás descargar el contenido del cilindro hacia las personas, equipos, fuentes de ignición, material incompatible o a la atmósfera.

**Después del uso:** Cerrar la válvula principal del cilindro. Marcar los cilindros vacíos con una etiqueta que diga "VACIO". Los cilindros deben ser devueltos al proveedor con el protector de válvula o la tapa. No deben reutilizarse cilindros que presenten fugas, daños por corrosión o que hayan sido expuestos al fuego o a un arco eléctrico. En estos casos, notificar al proveedor para recibir instrucciones.

### Precauciones que deben tomarse para el almacenamiento de cilindros

Almacenar los cilindros en posición vertical. Separar los cilindros vacíos de los llenos. Para esto, usar el sistema de inventario "primero en llegar, primero en salir" con el fin de prevenir que los cilindros llenos sean almacenados por un largo período de tiempo.

## 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

### Controles de ingeniería

**Ventilación:** Para la manipulación de este gas se debe proveer ventilación local para asegurarse que el dióxido de azufre no se acumule y alcance el límite de exposición.

**Equipos de detección:** Utilizar sistemas de detección de gases diseñados de acuerdo con las necesidades. Para mayor seguridad se sugiere seleccionar una escala que contemple valores superiores al TLV. Solicitar asesoría técnica al respecto en LINDE ECUADOR S.A.

### Protección respiratoria

Usar protección respiratoria como equipo de respiración auto-contenido (SCBA) o máscaras con mangueras de aire o de presión directa cuando se presenten escapes de este gas o cualquier situación de emergencia. Los purificadores de aire no proveen suficiente protección.

### Vestuario protector

Para el manejo de cilindros es recomendable usar guantes industriales de plástico o de hule, verificando que estos estén libres de aceite y grasa; gafas de seguridad; protector facial; overol resistente a productos químicos y botas con puntera de acero.

### Otros

Regadera de seguridad y fuente lava ojos.

### Equipo contra incendios

Se les recomienda a las personas que conforman el equipo de rescate que ingresen al área primero con traje encapsulado (equipo hazmat) clase A, para determinar la concentración de dióxido de azufre presente en el ambiente. Si la concentración está por debajo del TLV se puede ingresar al área y atender el incendio con aparato de respiración auto-contenido y protección personal completa a prueba de fuego (equipo para línea de fuego).

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Densidad del gas A 15° C (59° F) y 1 atm :	2.72 kg/m <sup>3</sup> (0.1698 lb/ft <sup>3</sup> )
Densidad del líquido a 21.1° C ( 70° F) y 1 atm :	1379 kg/m <sup>3</sup> (86.09 lb/ft <sup>3</sup> )
Temperatura de fusión:	-75.5° C (-103.9° F)
Temperatura de ebullición :	-10° C (-14.0° F)
pH:	No aplica
Gravedad especifica a 0° C ( 32° F) y 1 atm :	2.263
Peso molecular:	64.063
Solubilidad en agua vol/vol a 25° C (77° F) y 1 atm:	32.79
Grado de expansión:	No aplica.
Umbral de olor:	0,3-1 ppm (en el aire)
Volumen especifico del gas a 21.1° C ( 70° F) y 1 atm:	0.374 m <sup>3</sup> /kg (5.99 ft <sup>3</sup> /lb)
Presión de vapor a 21.1° C (70° F):	237 kPa (34.4 psig)
Apariencia y color:	Dióxido de azufre es un gas incoloro de olor penetrante.

## 10. REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

### Estabilidad

El dióxido de azufre es un gas estable.

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

### Datos de toxicidad:

El dióxido de azufre en altas concentraciones es extremadamente destructivo para los tejidos de las vías respiratorias, los ojos y la piel; su olor y pronta acción irritante advierten su exposición tóxica. La inhalación puede tener consecuencias fatales como espasmos, inflamación y edema pulmonar en laringe y en bronquios y neumonitis química. La exposición de los ojos a altas concentraciones puede provocar una ulceración del tejido conjuntivo y córnea, así como la destrucción de los tejidos oculares. El contacto con la piel causa severas quemaduras. Se desconoce la existencia de una toxicidad sistemática del dióxido de azufre. El dióxido de azufre no está listado como un producto cancerígeno o potencialmente cancerígeno por IARC, NTP u OSHA.

Estudios en humanos conllevan a los siguientes resultados :

Concentración	Tiempo	Síntomas de exposición
25 µg/m <sup>3</sup>	Promedio anual	Creciente frecuencia de afecciones de las vías respiratorias profundas
225 µg/m <sup>3</sup>	Promedio anual	Creciente frecuencia de síntomas respiratorios; disminución de la función pulmonar en niños de 5 años
200 µg/m <sup>3</sup>	30 min. (max. diario)	Significativo incremento de casos de falso Krupp en niños
200 µg/m <sup>3</sup>	24 horas	Aumento de la mortalidad entre personas mayores
1.3 mg/m <sup>3</sup>	40 min.	Estenosis de las vías respiratorias en asmáticos
53.3 mg/m <sup>3</sup>	10-30 min.	Fuertes irritaciones muy desagradables
133.2 mg/m <sup>3</sup>	60 min.	Intensa irritación de las mucosas, neumorragia y edema pulmonar, espasmo de glotis con riesgo de asfixia.

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

### Agua

El dióxido de azufre ingresa a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos por deposición seca y húmeda. La solución acuosa reacciona como un ácido fuerte.

### Aire

El  $\text{SO}_2$  es higroscópico en la atmósfera y forma aerosoles de ácido sulfúrico y sulfuroso que luego forman parte de la lluvia ácida. La intensidad de formación de aerosoles y el período de permanencia de los aerosoles en la atmósfera dependen de las condiciones meteorológicas reinantes y de la cantidad de impurezas catalíticas presentes en el aire. El tiempo medio de permanencia en la atmósfera asciende a unos 3-5 días, de modo que la sustancia puede ser transportada a grandes distancias.

### Suelo

Las inmisiones húmedas y secas provenientes de la atmósfera constituyen las fuentes más importantes de acumulación del azufre en el suelo. Las partículas secas consisten principalmente en  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{CaSO}_4$  y  $\text{MgSO}_4$  con un pequeño porcentaje de compuestos de azufre orgánico.

El  $\text{SO}_2$  y los productos de su transformación son los principales responsables de la acidificación de los suelos, especialmente cuando los sistemas de amortiguación del suelo no pueden neutralizar a los ácidos que ingresan por deposición directa o por transformación de los sulfatos sólidos. Los daños que se originan no dependen específicamente de la sustancia. Casi todas las reacciones en el suelo dependen del pH: la desorción de muchas sustancias que producen efectos adversos como el deslavado por percolación de los nutrientes, aumentan a medida que se va incrementando el grado de acidificación de los suelos.

El producto no está identificado como contaminante marino por el D.O.T

## 13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Regresar los cilindros vacíos al fabricante para que éste se encargue de su disposición final, de acuerdo con lo establecido por la normatividad ambiental.



**ANEXO 3:**

*Fotografía 1.* Detalles del equipo tren de muestreo.



*Fotografía 2.* Entrada al botadero municipal de la ciudad de Moyobamba





Fotografía 3. Entrada al botadero municipal de la ciudad de Moyobamba



Fotografía 4. Punto de muestreo a sotavento





*Fotografía 5.* Punto de muestreo a barlovento



*Fotografía 6.* Punto de muestreo a sotavento





*Fotografía 7.* Punto de muestreo a Barlovento



*Fotografía 8.* Punto de muestreo a sotavento



KSM INGENIERIA SOSTENIBLE E.I.R.L.

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, HIDROLÓGICOS,  
MONITORES AMBIENTALES Y SALUD OCUPACIONAL, CAPACITACIONES  
PROFESIONALES, CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA,  
VENTA DE INSUMOS PARA REFORESTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

Jr. Dos de Mayo N° 339 San Martin - Lamas - Lamas  
CEL.: 954 474225 - RPM: #954 474225

R.U.C. 20602725601

**FACTURA**

0001- N° 000029

SEÑOR (ES): Segundo Junior Mendoza Fernández

Dirección: Jr. Del Mayo c-2 - Mayobamba

R.U.C. N°: 10764686573

Guía de Remisión:

Fecha 28 de Octubre del 2018.....

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	IMPORTE
01	Pago por analisis de 16 muestras de metano (CH <sub>4</sub> ), 16 muestras de sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S), 16 muestras de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	3,900.00	3,900.00

Son: Tres mil novecientos y 00/100

Soles

"BIENES SERVICIOS EN LA AMAZONIA"

"BIENES TRANSFERIDOS EN LA AMAZONIA PARA SER CONSUMIDOS EN LA MISMA"

**Imprenta "Master's"**

Dr. Richard Hugo Serrano Tovar  
R.U.C. 18624150521  
Jr. Carlos Alberto Laveaga N° 314 Tarapoto  
N.A. 0634512183 - F.I. 23 FENCHO 2018  
Servicio 19011 - 088 030001 al 030050

"BIENES TRANSFERIDOS / SERVICIOS  
PRESTADOS EN LA REGION DE SELVA  
PARA SER CONSUMIDOS EN LA MISMA"

CANCELADO

Fecha: 28 / 10 / 2018

p. KSM INGENIERIA SOSTENIBLE E.I.R.L.

SUB TOTAL S/

3,900.00

I.G.V. ( ) S/

TOTAL S/

3,900.00

USUARIO

**Fotografía 9.** Comprobante de pago de los análisis de las muestras en laboratorio.



## ANEXO 4. Reportes de laboratorio.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mail: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.04

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.04 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.04  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Sotavento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-2  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2017-11-21

Código de Punto de Muestreo			CA-02
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	7
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	33
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	12

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman)

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSH*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L. – INSO**  
e-mail: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.16

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.16 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.16  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Sotavento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-2  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2018-02-20

Código de Punto de Muestreo			CA-02
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	3,6
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	22
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	6

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman)

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSM*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mails: ingenieriasostenible20@gmail.com

## INFORME DE ENSAYO 81323.12

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.12 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.12  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Sotavento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-2  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2018-01-22

Código de Punto de Muestreo			CA-02
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	4.7
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	24
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	6

## Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrogeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman)

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSH*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.





**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mails: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.08

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.08 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.08  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Sotavento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-2  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2017-11-22

Código de Punto de Muestreo			CA-02
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	5.2
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	25
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	7

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSM*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mail: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.02

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.02 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.02  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Sotavento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-2  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2017-11-05

Código de Punto de Muestreo			CA-02
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	7.6
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	31
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	11

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSH*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mail: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.14

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.14 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.14  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Sotavento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-2  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2018-02-06

Código de Punto de Muestreo			CA-02
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	4
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	24
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	8

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSM*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.





**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mailles: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.10

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.10 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.10  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Sotavento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-2  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2018-01-07

Código de Punto de Muestreo			CA-02
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	4,9
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	22
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	8

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSA*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mail: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.06

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.06 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.06  
**Ciente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Sotavento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-2  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2017-11-06

Código de Punto de Muestreo			CA-02
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	5,6
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	27
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	9

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman)

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSA*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.





**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mail: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.03

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.03 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.03  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Barlovento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-1  
**FECHA DE Inicio de Análisis** : 2017-11-21

Código de Punto de Muestreo			CA-01
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	4.6
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	2.5
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	6.4

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSM*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mailes: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.15

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.15 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.15  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Barlovento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-1  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2018-02-20

Código de Punto de Muestreo			CA-01
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	2.3
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	1.5
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	3.9

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	IECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman)

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSM*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mailles: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.11

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.11 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.11  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Barlovento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-1  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2018-01-22

Código de Punto de Muestreo			CA-01
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	3.2
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	1.5
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	3.4

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*[Firma]*  
p. KSM INGENIERIASOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.





**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mail: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.07

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.07 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.07  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Barlovento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-1  
**FECHA DE Inicio de Análisis** : 2017-12-22

Código de Punto de Muestreo			CA-01
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	3,6
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	3
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	5

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman

Fin de documento

**INSO**  
Ingenierías Sostenibles  
*KSM*  
p. KSM INGENIERÍAS SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mail: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.01

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.01 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.01  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Barlovento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-1  
**FECHA DE Inicio de Análisis** : 2017-11-05

Código de Punto de Muestreo			CA-01
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	4.4
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	3.5
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	5.6

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman)

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSH*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL – INSO**  
e-mails: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.13

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.13 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.13  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Barlovento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-1  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2018-02-06

Código de Punto de Muestreo			CA-01
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	1,7
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	2,5
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	4,3

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman)

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSM*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.





**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL - INSO**  
e-mails: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.07

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.09 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.09  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Barlovento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-1  
**Fecha De Inicio de Análisis** : 2018-01-07

Código de Punto de Muestreo			CA-01
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	3.8
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	2.5
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	3.6

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman)

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSAH*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.



**KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE EIRL - INSO**  
e-mails: ingenieriasostenible20@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO 81323.05

**N° de Orden de Servicio** : O.S. 181025.05 DA  
**N° de Protocolo** : 81323.05  
**Cliente** : Segundo Junior Mendoza Fernández  
**Dirección legal del cliente** : MOYOBAMBA  
**Muestra (s) declarada (s)** : Muestra de Aire  
**Procedencia de la Muestra** : Botadero Municipal de Moyobamba  
**Punto de Muestreo** : Barlovento  
**Cantidad de Muestra (s) por ensayo** : 03 soluciones captadoras por muestra  
**Forma de Presentación** : Cod. Lab. 11-19018  
**Identificación de la Muestra** : CA-1  
**FECHA DE Inicio de Análisis** : 2017-12-06

Código de Punto de Muestreo			CA-01
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación del Método	Resultados
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	2,5	4
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	0,7	5
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	3	5.2

### Metodologías

Parámetro	Método de referencia
Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40 Part 50 App. A-2 2010 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
Metano CH <sub>4</sub>	I-ECC-A-006 Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire. Peter O. Warner VALIDADO) 2017 Determinación de Metano en Aire
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	ASTM International D 1607-91 2005 Standard Test Method Sulfuro de hidrogeno Content of the Atmosphere (Grless-Saltzman

Fin de documento

**INSO**  
Ingeniería Sostenible  
*KSA*  
p. KSM INGENIERÍA SOSTENIBLE E.I.R.L.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.